تطبيقات على عمارة البيئة

التصميم الشمسى للفناء الداخلى

(دراسات على القاهرة وتوشكى)

دكتور مهندس

يحيى وزيرى

٢٠٠٢

مكتبة مدبولى

تطبيقات على عمارة البيئة

التصميم الشمسى للفنـــاء الداخلى

الكتاب

تطبيقات على عمارة البيئة

التصميم الشمسى للفناء الداخلى

(دراسات على القاهرة وتوشكى)

المؤلف

دكتور مهندس

يحيى وزيرى

الناشر

مكتبة مدبولى

٦ ميدان طلعت حرب

ت: ٥٧٥٦٤٢١ فاكس: ٥٧٥٢٨٥٤

الطبعة الأولى ـ ٢٠٠٢

الإخراج الفنى

محمد فتحى

رقم الإيداع: ٢٠٠٠/٤٧٠١

الترقيم الدولى: 4-309-208-977

شكر وتقدير

أتوجه بالشكر والتقدير إلى الدكتورة/ فوزية إبراهيم مرسى الأستاذ المساعد ورئيس قسم الموارد الطبيعية بمعهد البحوث والدراسات الإفريقية بجامعة القاهرة، وإلى الدكتور/ حمدى صادق أحمد المدرس بقسم العمارة بكلية الهندسة بجامعة حلوان على ما قدماه لى من عون صادق ومعلومات وملاحظات هامة خلال إعدادى لهذه الدراسة التى بين يدىّ القارىء، فلهما منى كل شكر وتقدير وجزاهما الله عنى أحسن الجزاء في الدنيا والآخرة؟

المؤلــــف

المحتويات

مقدمة

إن تحليل العلاقة بين قطاع الطاقة وباقى قطاعات الاقتصاد القومى بالإضافة إلى تحسين كفاءة استخدام الطاقة فى جميع القطاعات على المستوى القومى تعتبر من أهم أهداف الدولة والتى تعمل جاهدة على تحقيقها.

وبالنظر إلى قطاع المبانى نجد أنه يوجد محوران رئيسيان لترشيد الطاقة: الأول يهتم بما فى داخل المبنى من معدات مستهلكة للطاقة مثل أجهزة التكييف والتدفئة ولمبات الإضاءة وباقى الأجهزة الكهربائية وينطبق ذلك على المبانى القائمة بالفعل، والمحور الثانى: يتمثل فى عمارة المبنى نفسه خاصة الجديدة المزمع إنشائها فى إطار الخطط المستقبلية الطموحة فى المناطق والمدن الجديدة.

من هنا كان لابد من استخدام الطاقات الطبيعية المتجددة وأخذها بعين الاعتبار عند تصميم المبانى الجديدة توفيراً للطاقة من ناحية ورفعاً لكفاءة استخدامها من ناحية أخرى، وتعتبر الموارد الجوية مصدراً هاماً للطاقات الطبيعية المتجددة والتى يمكن الاستفادة منها فى تصميم المبانى والمناطق العمرانية الجديدة ومن أهم هذه الطاقات ما يلى:

١ ـ الطاقة الشمسية والتى تعتبر مصدراً هاماً للإضاءة الطبيعية والتبريد السالب.

٢ ـ طاقة الرياح والتى تعتبر مصدراً هاماً للتهوية الطبيعية.

٣ ـ الإشعاع الليلى طويل الموجة والذى يعتبر مصدراً هاماً للتبريد الطبيعى بالإشعاع.

٤ ـ الأمطار والتى تعتبر مصدراً هاماً للتبريد بالتبخير.

إن الاستفادة من الطاقات المناخية عند تصميم المبانى سوف يؤدى إلى توفير الطاقة وزيادة كفاءة المبنى التصميمية فى مواجهة المشكلات المناخية إلى جانب تحقيق عامل الوفر الاقتصادى خاصة فى الدول النامية، ويعتبر الإشعاع الشمسى أهم عنصر مناخى بما له من تأثير مباشر وغير مباشر على تصميم المبانى والمناطق المفتوحة إلى جانب أن العناصر والعمليات المناخية تتأثر تماماً بالإشعاع الشمسى.

وبالنظر إلى العمارة الحديثة نجد أنها أصبحت تتأثر بالفكر الغربى والذى لا يصلح للظروف المناخية السائدة بمصر أو المنطقة العربية بصفة عامة، لذلك فإن الدعوة إلى احترام

الظروف المناخية والتصميم البيئى الواعى بالطاقة أصبح أمراً ملحاً للغاية، ولتحقيق هذه الأهداف فإنه يلزم دراسة العوامل المناخية السائدة بكل منطقة مع دراسة العناصر المعمارية التى استخدمت فى تصميم المبانى التقليدية والتى كانت تعتمد بشكل كبير فى تصميمها على الموارد والطاقات الطبيعية النظيفة والصديقة للبيئة ومن أمثلة هذه العناصر المعمارية: الفناء الداخلى، الملقف، المشربية، المقعد والتختبوش، ... .، والتى يمكن استلهام بعضها عند تصميم المجتمعات العمرانية الجديدة خاصة الصحراوية منها.

ويعتبر الفناء الداخلى على رأس قائمة الحلول المعمارية التقليدية حيث يمكن النظر إليه كأهم الحلول المعمارية لمواجهة المشاكل المناخية خاصة بالمناطق الحارة الجافة، ففى العمارة المصرية الفرعونية ظهر الحوش فى مساكن العامة وكذلك فى قصور الفراعنة آخذاً مسمى آخر وهو ساحة القصر، وفى الحضارة الإغريقية ظهر المسكن ذو الأحواش بشكل عام فى مدينتى ديلوس وأولينث كما عُرف الحوش فى العمارة الرومانية والفارسية أيضاً، وفى المجتمع الإسلامى كان الحوش على امتداد الزمان هو الحلقة الرابطة أو العنصر الثابت المميز لكل العمائر على اختلافها سواء كانت دينية أو مدنية.

وقد أوضحت الدراسات العلمية الحديثة أنه من المفيد مناخياً استخدام الأحواش فى المناطق المحصورة ما بين خطى عرض ١٥° - ٣٧° شمال أو جنوب خط الاستواء، وبالرغم من أن العديد من الباحثين قد تناولوا موضوع الفناء الداخلى كحل معمارى جيد لتبريد المبانى بالطرق السالبة، فإن الدراسات العملية والتطبيقية التى أجريت على المبانى التقليدية تعتبر قليلة نسبياً فى هذا المجال.

لذلك فإن الغرض من هذا الكتاب هو إلقاء الضوء أولاً على أهم الدراسات السابقة والتى أجريت على الفناء الداخلى وذلك للاسترشاد بها بصفة عامة عند تصميم الأفنية والأحواش الداخلية وهذا ما تم توضيحه بالفصل الأول، أما الهدف الثانى فهو دراسة ومقارنة الأبعاد الهندسية وكذلك الظلال لثلاثة أفنية داخلية بمنازل إسلامية تقليدية بمدينة القاهرة مع مقارنة كميات الإشعاع الشمسى المباشر الساقط على أرضيات وحوائط وفتحات هذه الأفنية، كما تم دراسة أسس تصميم واجهات هذه الأفنية بتفاصيل فتحاتها وذلك من وجهة نظر التصميم الشمسى من أجل الخروج بأهم الأسس التصميمية والتى تحقق أقل تعرض للإشعاع الشمسى صيفاً مع أكبر تعرض للإشعاع الشمسى شتاءً وهو ما تم توضيحه بالفصل الثانى،

ولتكتمل الفائدة المرجوة من هذه الدراسة فقد تم تخصيص الفصل الثالث لدراسة جديدة من نوعها تتمثل فى التنبؤ بالأبعاد الهندسية وأماكن الفتحات بالفناء الداخلى بمنطقة "توشكى"، مع إمكانية تطبيق بعض نتائج هذه الدراسة على الفراغات الخارجية المكشوفة أيضاً:

إن البحث فى مفردات الحلول التراثية لا يعنى بأى حال من الأحوال التقليد الأعمى للماضى ولكن يعنى الاستفاده من الأسس التصميمية التى ارتكز عليها التراث واستخدامها ولو بأساليب وتصميمات معدلة تستفيد من إمكانيات وتقنيات العصر الحديث، فالفناء الداخلى كظاهرة معمارية واجتماعية حقق على مدى العصور السابقة نجاحاً حقيقياً فى عمارة المبانى بصفة عامة وعمارة المساكن بصفة خاصة وتجلى ذلك فى أوضح أشكاله فى العمارة الإسلامية كما أنه لا يزال يحمل للحاضر والمستقبل القدرة على ملائمة ومعاصرة الفكر الحديث - سواء على مستوى المبنى أو الأحواش السكنية الخارجية على مستوى التجمعات السكنية بالمناطق العمرانية الجديدة - بكل متغيراته لما له من ملائمة مناخية ووظيفة اجتماعية تستمد جذورها من معطيات حضارية خاصة بالمجتمع وقيمه وتقاليده.

والله من وراء قصد السبيل

المؤلـف

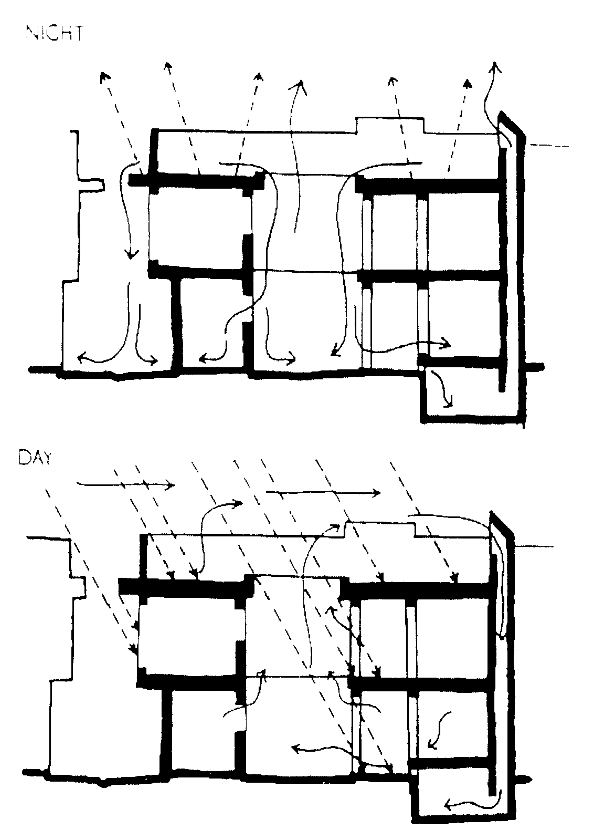
مهندس استشارى/ يحيى وزيرى

القاهرة - ١٩٩٩م.

الفصل الأول

□ الدراسات السابقة

نستعرض فى هذا الفصل أهم الدراسات السابقة والتى تمت على الفناء الداخلى والذى يعتبر القاسم المشترك فى تصميم المبانى التقليدية بالمنطقة الحارة الجافة (كشمال أفريقيا والشرق الأوسط)، فالمدى الحرارى الكبير بين الليل والنهار فى هذه المنطقة هو الظاهرة المناخية الهامة والتى يعتمد عليها الفناء فى أداء وظيفته كمخزن للهواء البارد ليلاً حيث تقوم حوائط وأرضية الفناء بإعادة إشعاع كميات الطاقة الشمسية والتى اختزنت فيه طوال النهار إلى السماء مرة أخرى، **شكل (١)**.



شكل (١) الفناء الداخلى كمخزن للهواء البارد ليلاً.
(After Evans, 1980)

ولكن من المفيد فى البداية أن نتعرض بالتعريف لبعض المصطلحات والتى يتم تداولها للدلالة على الفناء بصفة عامة، مثل الفناء Courtyard، أو الإتريم atrium، أو الباثيو patio.

فيتم تعريف **الفناء Courtyard** فى قاموس اكسفورد على أنه "مساحة مفتوحة **محاطة بحوائط أو مبانى...**"، أما **الإتريم atrium**: "فيعنى صالة وسطى أو فناء بمنزل رومانى كما يُعرف على أنه فناء مغطى أو مدخل مغطى أمامى للمداخل الرئيسية للكنائس، وهو عادة يستعمل كفراغ مغطى يتوسط المبنى ويضاء من أعلى (بشخشيخة مثلاً) أو بنوافذ عريضة من الحوائط الجانبية"، أما **الباثيو patio**: "فيعرف على أنه فناء داخلى فى المنازل الإسبانية أو الإسبانية - الأمريكية ويكون مفتوحاً للسماء، وهى كلمة إسبانية الأصل وانتقلت إلى اللغة

الإنجليزية عام ١٨٢٧م"، وهذا المصطلح يستعمل بالتبادل مع كلمة الفناء، أما لفظ "الفناء" Fina فيستعمل عادة فى اللغة العربية لأى مساحة مفتوحة بالمسكن (Al - Hussayen, 1995).

أما عبد الجواد (١٩٧٦) فيقوم بتعريف الفناء Courtyard: على أنه "مساحة من الأرض الفضاء تترك **داخل أو خارج المبنى**، وتطل عليها بعض نوافذ الحجرات"، ويستخدم كعنصر معمارى فى تصميم المبنى لتلطيف درجة الحرارة داخل الحجرات وقد يزرع فيه شجر أو يزود بنافورة مياه، ويُعرف الفناء الداخلى على أنه: "حوش داخلى أو منور يترك فى وسط مسطح المبنى لإضاءة وتهوية وحدات المبنى الداخلية"، وقد يكون المنور محاطاً بوحدات المبنى من أربعة جوانب (منور مغلق)، أو من ثلاثة جوانب أو جانبين (منور مفتوح)".

أما غالب (١٩٨٨) فيعرف الفناء - وجمعه أفنية وفُنىّ - بأنه: "باحة - ساحة - صحن - ما اتسع أمام الدار"، أما الصحن - وجمعه صحون - فيأتى بمعنى الفناء أيضاً، وصحن الدار: وسطها، وهو عبارة عن: "مساحة مكشوفة مسورة".

وتحدد قوانين تنظيم المبانى فى مصر أبعاد المناور بحد أدنى مناسب لارتفاعات المبانى ونوع الغرف المطلة عليها (سواء كانت سكنية أو مكتبية أو غرف خدمة كالمطابخ والحمامات ودورات المياه)، ويتم **تعريف الفناء** فى اللائحة التنفيذية للقانون رقم ١٠٦ لسنة ١٩٧٦ فى شأن توجيه وتنظيم أعمال البناء على أنه: "فراغ متصل بالفضاء الخارجى من أعلاه مخصص لتهوية وإنارة غرف ومرافق البناء ويمتد من أسفله إلى أعلاه دون أى عائق بخلاف البروزات المسموح بها عليه"، أما **الفناء الخارجى**: "فهو فراغ متصل بالفضاء الخارجى من أعلاه ومن أحد جوانبه على الأقل على حد الطريق"، أما **الفناء الداخلى**: "فهو فراغ متصل بالفضاء الخارجى من أعلاه ومحاط بالحوائط من جميع الجهات أو بعضها، والبعض الآخر على حد ملكية الجار"، أما **الفناء المشترك**: "فهو فراغ يدخل ضمن أكثر من ملكية متجاورة".

وما يعنينا فى هذه الدراسة هو الفناء الداخلى (أو الباثيو) كمساحة مكشوفة سواء كانت مسورة بحوائط أو مبانى، أو كانت داخل المبنى كما فى المساجد والمساكن والوكالات وغيرها، أو الفراغات الخارجية المكشوفة المحاطة بالمبانى والتى تأخذ أيضاً حكم الفناء الداخلى (أنظر **شكل** (٣٠ب)) فى أسلوب التعامل معها سواء بالنسبة للأبعاد الهندسية، أو تحديد أماكن الفتحات والبروزات بالنسبة للواجهات المطلة عليها.

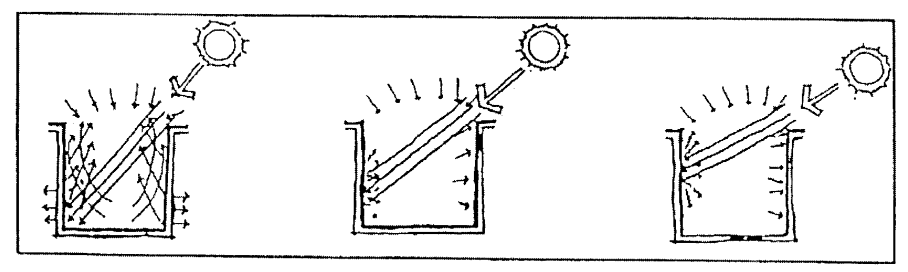
١.١. أثر الشمس فى تحقيق حركة الهواء بالفناء الداخلى:

أوضح فتحى (١٩٨٨) فكرة تحرك الهواء بفعل الحمل حيث أن كثافة الهواء الدافىء أقل من الهواء المعتدل البرودة، ففى حالة وجوده فى محيط من الهواء المعتدل البرودة فإنه يرتفع إلى أعلى وتسمى هذه الحركة بالحمل (Convection) كما قد تؤدى إلى ما يسمى بمفعول المدخنة (stack effect) فعندما يرتفع الهواء الدافىء يجب أن يستبدل بهواء أكثر برودة من المحيط حوله، فإذا وُجد مصدر حرارة تحت جيب الهواء الدافىء فإن الهواء الأبرد الذى حل مكانه سوف يسخن بدوره ويرتفع إلى أعلى، وباستعمال مصدر الحرارة المستمر تتولد حركة هواء دائمة، وقد استغلت هذه النظرية فى العمارة التقليدية بتوفير نسيم معتدل البرودة فى مساحات صغيرة وذلك باستخدام الأرض المسخنة بفعل الشمس كمصدر للحرارة، وإذا توفرت كمية كبيرة من الهواء المعتدل البرودة الذى لا تصله حرارة الشمس، فإن كل زيادة فى تسخين الشمس للأرض لابد أن تتبعها زيادة فى قوة النسيم، ويتضح من **شكل** (٢) كيفية حدوث هذه الظاهرة السابقة فى الفناء الداخلى نهاراً من أجل توليد حركة الهواء داخله بفعل الحمل.

لقد أدخلت بعض التعديلات على مفهوم الفناء لضمان تدفق الهواء بفعل الحمل بانتظام، فعنصر "التختبوش" وهو عبارة عن مساحة أرضية خارجية مسقوفة تستعمل للجلوس وتقع بين الفناء الداخلى والحديقة الخلفية، وبما أن مساحة الحديقة الخلفية أكبر من الفناء وبالتالى أكثر تعرضاً لأشعة الشمس، لذلك يسخن الهواء بسرعة فيرتفع إلى أعلى مما يدفع الهواء المعتدل البرودة إلى التحرك من الفناء إلى الحديقة الخلفية مروراً بالتختبوش مؤدياً إلى تكون نسيم معتدل البرودة كما فى تختبوش منزل السحيمى بالقاهرة، **شكل** (٣.أ).

ويمكن توظيف المفهوم السابق فى تخطيط القرى أو المناطق السكنية التى لا تدخلها السيارات وذلك لتوفير مكان معتدل البرودة وملائم لتجمع السكان وذلك بوضع التختبوش بين مساحتين إحداهما أكبر من الأخرى، بحيث تكون الكبرى فى الجانب المدابر للريح لكى يساهم تباين الضغط الناجم عن حركة الرياح فى خلق التيارات الهوائية، وقد تم تنفيذ تصميم مشابة فى قرية باريس بمصر، **شكل** (٣.ب)، وبذلك فقد تم التعامل مع الفراغات والمساحات الخارجية المكشوفة المحصورة بين المبانى وكأنها أفنية داخلية يتم تحقيق حركة الهواء بها بتأثير الحمل.

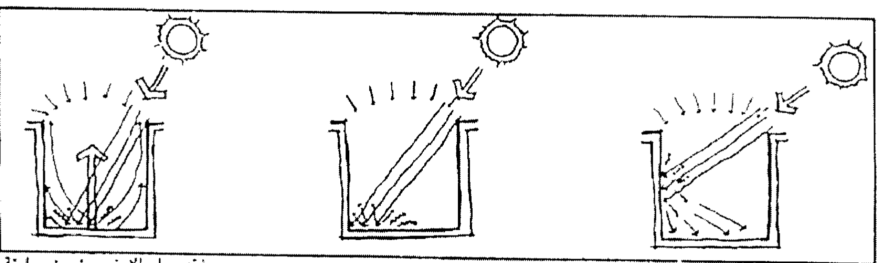
ومن الأساليب المعمارية البسيطة والتى استخدمت فى تصميم بعض المبانى الصحراوية



أ - تمتص الاسطح المحيطة بالفناء جزء من الاشعاع الشمسى الذى يصل إليها وتعكس الجزء الباقى بشكل مشتت .

ب - تستقبل باقى الحوائط غير المعرضة بعض ماتعكسة الحوائط المعرضة للاشعاع الشمسى المباشر .

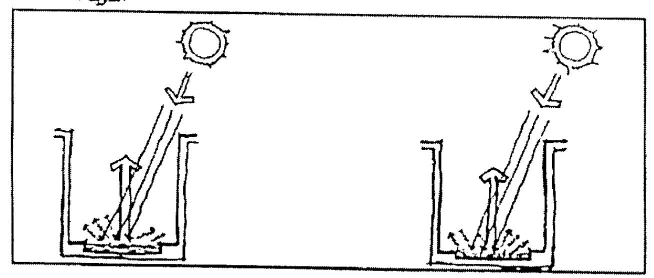
ج - يرفع الجزء الذى تمتصة الحوائط من الاشعاع الشمسى درجة حرارة أسطحها عن درجة حرارة الهواء المحيط والمنخفض نسبياً عنها داخل الفناء المكشوف .



د - تستقبل أرضية الفناء منذ الصباح الباكر الأشعة المشتتة والاتية إليها من قبة السماء وكذلك المنعكسة من الحوائط المحيطة بها .

هـ - ترتفع درجة حرارة الحوائط المحيطة بالفناء بالتدريج نتيجة امتصاصها الاشعة الشمسية المباشرة وكذلك المنعكسة من الاسطح المحيطة فتضيف بذلك إلى درجة حرارتها الاصلية .

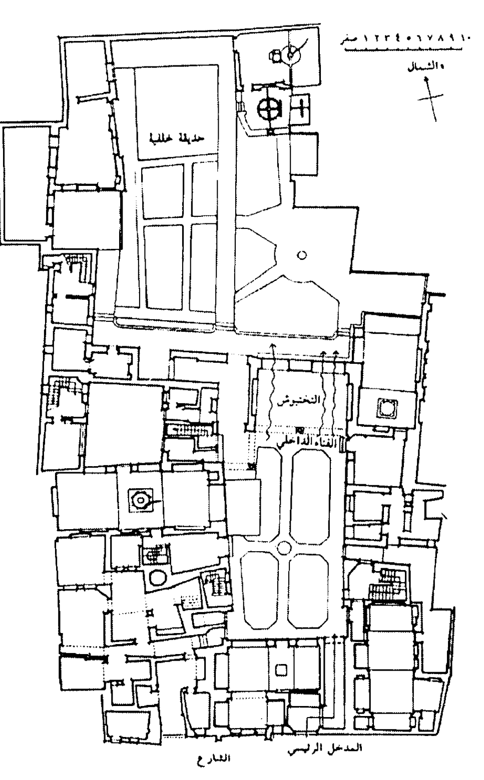
و - يفقد سطح الارض جزء من حرارتة (التى إكتسبها بفعل الاشعاع الشمسى) إلى طبقة الهواء الملامسة لة ، فترتفع هذة الطبقة إلى أعلى لتحل محلها طبقة اخرى من الهواء الابرد نسبياً كذلك تفقد ارضية الفناء حرارتها عن طريق إشعاع موجات من الاشعة الطويلة .



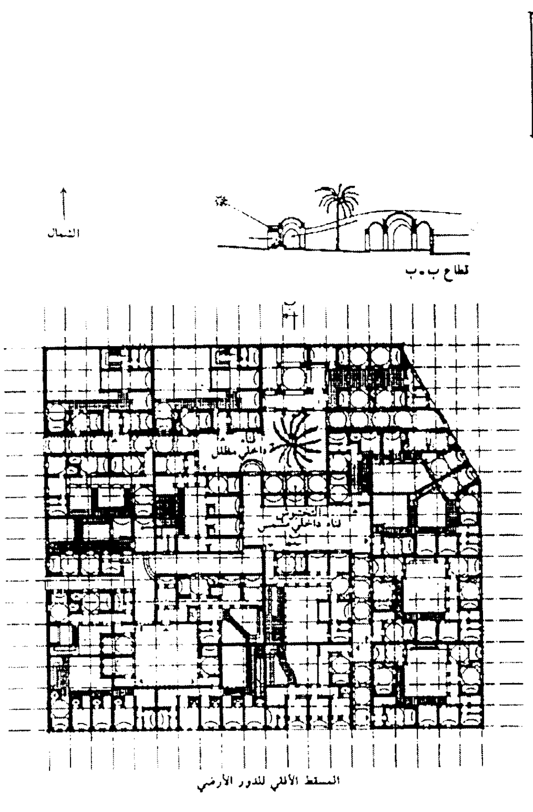
ز - تلعب النباتات دورين أساسيين فى عملية التبادل الحرارى التى تتم داخل فراغ الفناء المكشوف ، حيث تمتص هذة النباتات جزء كبير من الاشعاع الشمسى وتفقد فى نفس الوقت جزء من بخار الماء الموجود فيها حيث يساعد ذلك على حفظ درجة حرارة الهواء المحيط بها بارداً .

ح - تساعد النوافير والمسطحات المائية على الحفاظ على درجة حرارة الهواء الملامس لها بارداً وأثناء النهار يتبخر هذا الماء بفعل الاشعاع الشمسى فيعمل بخار الماء على ترطيب الهواء داخل الفناء وبالتالى إنخفاض درجة حرارتة .

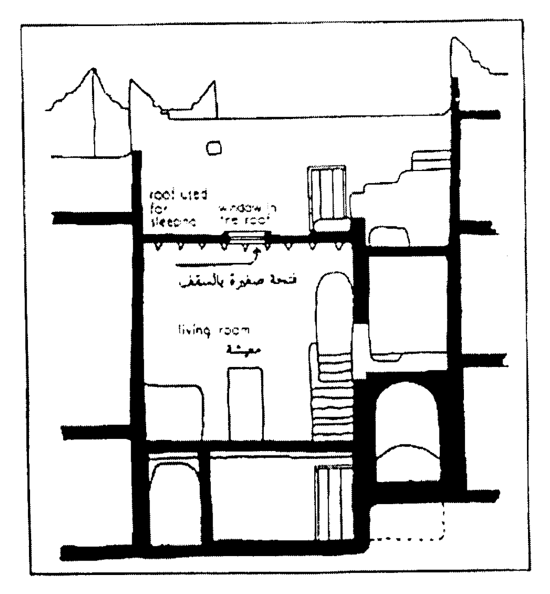
شكل (٢) شرح لوظيفة الفناء كمنظم لدرجات الحرارة.
(After A. Mohsen, 1979)



شكل (٣-أ) مسقط أفقى منزل السحيمى موضحاً عليه حركة الهواء من الفناء الداخلى للحديقة الخلفية الأكبر مساحة وذلك من خلال فتحات التختبوش.
(After A. Mohsen, 1978)



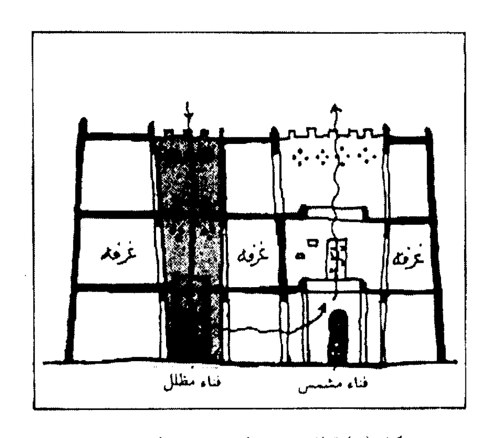
شكل (٣-ب) مسقط أفقى لجزء من قرية باريس فى الواحات الخارجة بمصر، مبيناً تختبوشاً واقعاً بين فناء داخلى مظلل وفناء داخلى مشمس. (تصميم حسن فتحى)، ويوضح أسلوب التعامل مع الفراغات المكشوفة بنفس الفكر المطبق فى الفناء الداخلى لمنزل السحيمى.
(المصدر: فتحى، ١٩٨٨)



شكل (٤) قطاع فى منزل تقليدى بواحة غدامس بليبيا
(After Evans, 1980)

خاصة بشمال إفريقيا استخدام طاقة أو نافذة علوية بالسقف المغطى للفناء، **شكل (٤)**، وهكذا فإنه يمكن للهواء البارد بالنزول للفراغ الداخلى إذا كان الهواء الداخلى أقل برودة، ولكن يلاحظ فى تصميم هذه الفتحة أن تكون صغيرة حيث يتغلب تأثير الهواء البارد على أثر التسخين بفعل الشمس، وهذا الأسلوب التصميمى يُستعمل فى المناطق الجافة غير الممطرة لتلافى دخول الأمطار للفراغات الداخلية للمنزل من خلال هذه الفتحات (Evans, 1980).

ولقد أوضح البدوى (١٩٨٤) بأنه فى بعض الواحات بالصحراء الجزائرية استغل البناؤون الاختلاف فى درجة الحرارة ليحصلوا على توزيع جيد للهواء بالمبانى، فقد بُنيت المنازل حول فناء داخلى أو قاعة وسطى وخلال هذا الفناء يتم ما هو معروف بالسحب الهوائى فعندما يتعرض الفناء الداخلى لأشعة الشمس يقل وزن الهواء الساخن ويرتفع إلى أعلى من الفناء الداخلى المفتوح وفى هذه الحالة يُسحب الهواء البارد من خلال نوافذ الحجرات ليحل محل الهواء الساخن، أما فى واحة "أمزروا" فيتم تشييد فنائيْن أحدهما أكبر من الآخر، **شكل (٥)**، فحين تسقط أشعة الشمس فى الفنائين أو واحد منهما فإن الفناء المتعرض للشمس يكون الهواء فيه أسخن من الفناء الآخر فيرتفع الهواء فيه إلى أعلى ويخرج أما الهواء الأبرد



شكل (٥) قطاع فى منزل بغرداية بالجزائر يوضح استخدام نظرية الفنائين فى التهوية. (المصدر: البدوى، ١٩٨٤)

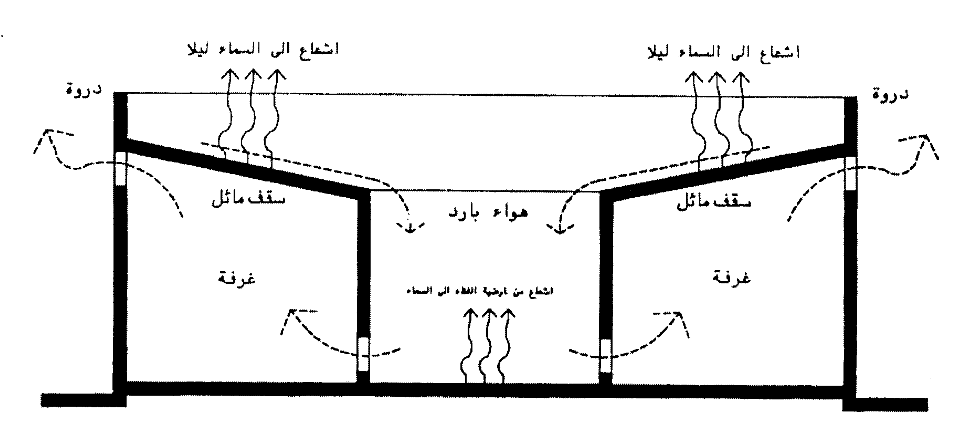
فيسحب من الفناء الآخر ليحل محل الهواء الساخن الذى خرج، وبذلك يمر الهواء البارد خلال الفراغات والغرف الواقعة بين الفنائين فيساعد على خلق جو مناسب داخل المنزل، كذلك فإن نظرية الفنائيّن مستعملة أيضاً في الشوارع الضيقة بواحتى "أمزروا" و"غرداية" ، فبعض الشوارع مغطاة وبعضها مفتوح فى مقاطع متعددة وهذا يتيح للشمس تسخين المناطق المفتوحة ومن ثم يكون لها نفس التأثير على حركة الهواء كما تم توضيحه من قبل فى نظرية الفنائيّن.

٢.١ . أساليب تحسين الأداء الحرارى للفناء الداخلى:

أوضحت بعض الدراسات أنه فى حالة الأفنية والتى تزيد مساحتها عن ١٨ متراً مربعاً فيلزم استخدام وسائل تظليل علوية لتحسين الأداء الحرارى لها، كما يفضل وجود دروة علوية خارجية للأسطح المجاورة للفناء لمنع تسخين طبقة الهواء الموجودة أعلى هذه الأسطح المجاورة للفناء بطبقات الهواء الخارجية الدافئة، كما ينصح بعمل ميول بهذه الأسقف جهة الفناء لتسهيل نزول الهواء البارد ليلاً داخل فراغ الفناء (Tropical Advisory Service, 1966)، أنظر **شكل (٦)**.

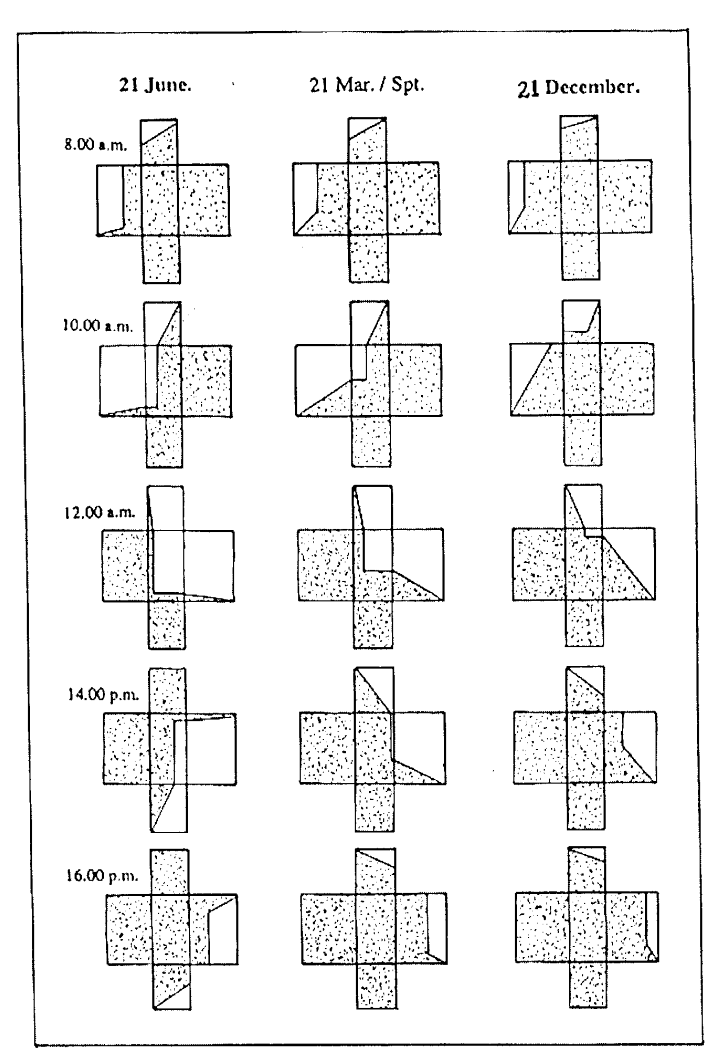
وقد أوضحت بعض التجارب باستخدام الظلال الصناعية Artificial shades أن درجة





شكل (٦) يفضل عمل ميل بالأسقف جهة الفناء.
(After Sodha et. al., 1986)

حرارة الأرض تبرد بمقدار ٢٢,٢°م بعد تظليل الأرضية بخمس دقائق فقط، وهذا يوضح أنه بالمحافظة على وجود الظلال داخل الأفنية فإنه يمكن الاحتفاظ بالهواء البارد والذى تجمع أثناء الليل لمدد أطول أثناء النهار. وقد تم إجراء دراسة مقارنة للظلال داخل فنائى منزل السحيمى ومنزل الكريدليه وذلك خلال أيام ٢١ يونيه (الانقلاب الصيفى) و٢١ مارس وسبتمبر (الاعتدالين) و٢١ ديسمبر (الانقلاب الشتوى)، وقد تبين أن فناء منزل السحيمى يتمتع بالظلال بنسبة أكبر من ٤٥٪ صيفاً و٧٥٪ شتاءً، **شكل** (٧)، أما فناء منزل الكريدليه فقد أوضحت الدراسة أن كفاءته أكبر فى التظليل حيث أن ارتفاع حوائطه أكبر من مقاسات أى من أبعاد مسقطه الأفقى (El - Bakry, 1973).



شكل (٧) دراسة الظلال بفناء منزل السحيمى.
(After El-Bakry, 1973)

وقد أوضح أحد الباحثين (Givoni, 1976) أهمية وجود فتحات كبيرة بالغرف المطلة على

الفناء حيث يتم قفل هذه الفتحات نهاراً وفتحها أثناء الليل مما يسمح بالتمتع بالهواء البارد ودخوله لهذه الغرف.

كما أوضحت إحدى الدراسات بأن بروز جزء من السقف فوق الحوائط خاصة بالواجهة الجنوبية يؤدى إلى تحسين الأداء الحرارى للفناء الداخلى صيفاً (A. Mohsen, 1978).

وقد تم إجراء دراسة مقارنة على أفنية منازل السحيمى وجمال الدين الذهبى والمسافرخانة وزينب خاتون، وقد أوضحت الدراسة أن درجة حرارة الهواء داخل الأفنية أقل من درجة حرارة الهواء الخارجى صيفاً، كما أوضحت القياسات أن أقل تقلبات فى درجة الحرارة كانت فى فناء منزل زينب خاتون فالسحيمى ثم المسافرخانة، كما أنه توجد علاقة بين زيادة درجة احتواء الفناء وكفاءته كمخزن للهواء البارد (Younes & A. Mohsen, 1980).

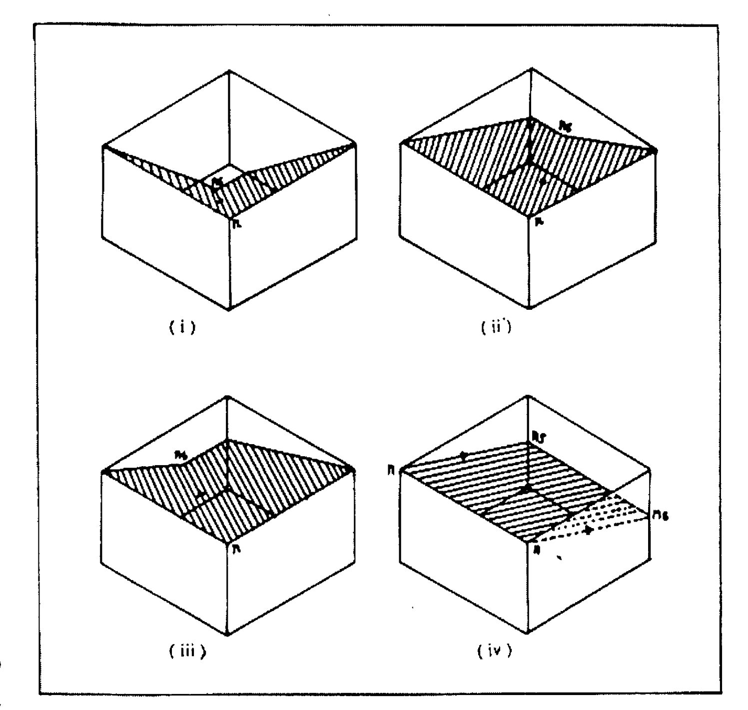
دراسة أخرى أجراها أحد الباحثين (Nour, 1981) على تأثير الفناء الداخلى فى خفض درجات الحرارة، حيث أظهرت الدراسة أن درجة الحرارة داخل الفناء تكون أقل من درجة حرارة الهواء التى فوق أسطح نفس المنزل أثناء فترة تتراوح ما بين ١٠ إلى ١٢ ساعة فى اليوم، كما أظهرت الدراسة أن درجة حرارة الهواء بالفناء تقل بحوالى من ٤°م إلى ٧°م عن الخارج.

ونظراً لارتفاع زاوية الشمس (ALtitude angle) فى فصل الصيف أثناء النهار فإن الفناء الداخلى يتعرض للإشعاع الشمسى، وعلى ذلك فإن الفناء لا يمكن أن يتوفر به قدر معقول من الظلال إلا إذا كان هو نفسه مظللاً بإحدى وسائل التظليل المعروفة كاستخدام البرجولات الخشبية مثلاً (Givoni, 1986).

وقد قام أحمد (١٩٩٤) بإجراء دراسة مقارنة على ثلاثة أفنية لبيوت إسلامية تقليدية بالقاهرة وهى: فناء السحيمى وجمال الدين الذهبى والسنارى باستخدام أحد برامج الحاسب الآلى لتحديد كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة الأرضيات والحوائط لكل فناء خلال يوم ٢١ يونيه (فترة الحرارة الزائدة) ويوم ٢١ ديسمبر (فترة البرودة الزائدة)، وقد أضحت الدراسة أن فناء منزل السحيمى يستقبل أقل كمية إشعاع شمسى صيفاً وأكبر كمية إشعاع شمسى شتاءً، وقد تمت المقارنة باستخدام شدة الإشعاع الشمسى على وحدة المساحات (المتر المربع) لمحصلة مجموع شدة الإشعاع الشمسى المباشر على كل من الواجهتيّن الغربية والجنوبية فى كل فناء نظراً لشدة تأثير هاتين الواجهتين على الفراغات الداخلية فى المناطق الحارة الجافة.

١.٣. العوامل المؤثرة على تظليل الفناء الداخلى:

قبل أن نتعرض لسرد هذه العوامل، فيجب أن نشير إلى أنه توجد حالات محددة لأسلوب تظليل أسطح الفناء الداخلى تبعاً لموضع النقطة (n_S) والتى تمثل ظل النقطة (n)، وعلى ذلك فإنه يظهر تبعاً لذلك أربع حالات للتظليل بناء على وضع النقطة (n_S) كما يتضح من **شكل** (٨).



شكل (٨) الحالات المحتملة لإظلال الفناء الداخلى تبعاً لموضع النقطة (ns).
(After A. Mohsen, 1978)

ولقد أوضح المهيلمى (١٩٩٠) بأن إظلال الفناء يتأثر بالعديد من العوامل وهى:

١.٣.١. الأبعاد الهندسية للفناء:

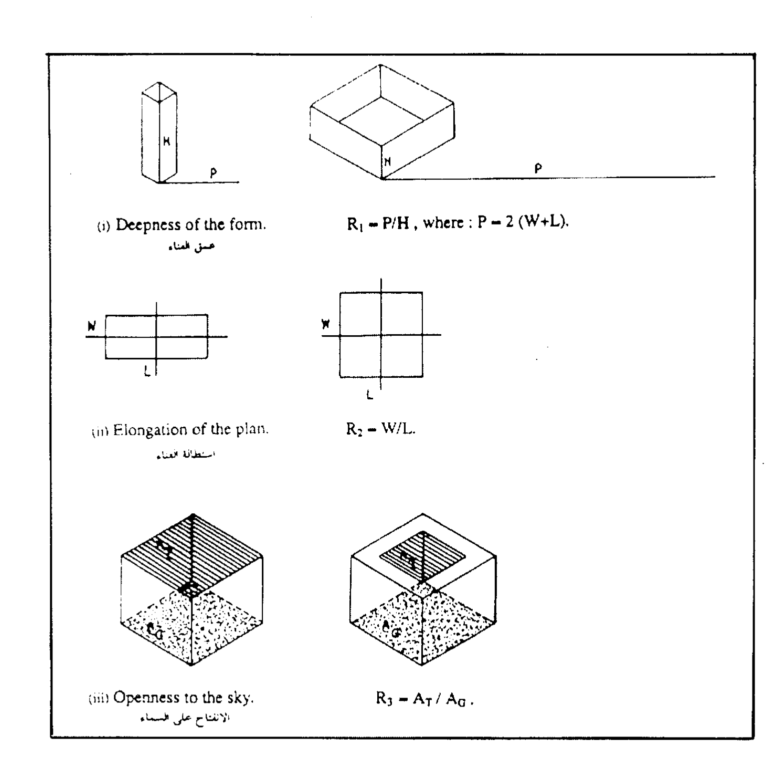
أوضحت دراسة مقارنة بين أربعة أفنية ذات أحجام مختلفة بأن ارتفاع حوائط الفناء هو أهم عامل مؤثر على دخول الإشعاع الشمسى للفناء، فعلى سبيل المثال فإن زيادة ارتفاع حوائط أى فناء من دور واحد إلى دورين سوف يؤخر دخول الشمس بحوالى ساعتين أو ثلاث للفناء عن ذى قبل، وبصفة عامة فإنه يوصى بعدم زيادة أبعاد الفناء فى المسقط الأفقى عن ارتفاع حوائطه (Tropical Advisory Service, 1966).

ويمكن القول بأن المتغيرات الهندسية للفناء تنحصر فى أبعاده الهندسية وكذلك حجمه،

فالأبعاد الهندسية يمكن تحديدها فى ثلاثة متغيرات أساسية هى، **شكل** (٩):

أ . عمق الفناء Deepness of the form، وهى عبارة عن النسبة ما بين محيط الفناء والارتفاع، ويعتبر الفناء عميقاً إذا قلت هذه النسبة عن (٣).

ب . استطالة الفناء Elongation of the plan، وهى عبارة عن النسبة ما بين عرض وطول الفناء.



شكل (٩) العناصر المحددة للأبعاد الهندسية للفناء الداخلى.
(After A. Mohsen, 1978)

جـ . الانفتاح على السماء Openness to the sky، وهى عبارة عن النسبة ما بين المساحة العلوية من الفناء ومساحة أرضية الفناء، وهى تساوى (١) فى عدم وجود بروزات بالمساحة العلوية من الفناء .

وقد أوضح أحد الباحثين أن تغيير نسب الأبعاد الهندسية تؤثر على كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بالفناء خاصة فى فصل الشتاء، أما صيفاً فإنه كلما ابتعد شكل المسقط الأفقى للفناء عن المربع فإن كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة تقل (A. Mohsen, 1978).

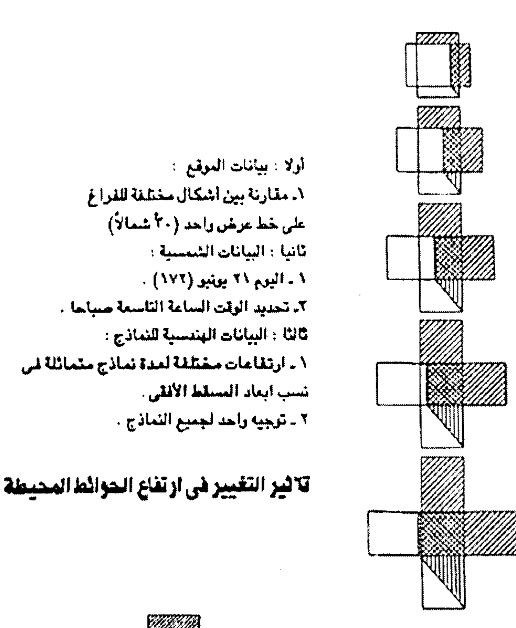
ويتم تعريف درجة احتواء الفناء enclousre ratio على أنها النسبة بين مجموع مساحات الحوائط المحددة للفناء إلى مساحة أرضية الفناء (A_G) (Yones & A. Mohsen, 1980)، أما فى حالة وجود بروزات علوية بحوائط الفناء فيتم استخدام المساحة العلوية للفناء (A_T) بدلاً من مساحة أرضية الفناء (A_G) لمعرفة درجة الاحتواء.

ويوضح **شكل** (١٠) تأثير تغيير نسب الأبعاد الهندسية للمسقط الأفقى وارتفاع الحوائط

المحيطة على إظلال الفناء، أما بالنسبة للأفنية ذات الأبعاد الهندسية المتساوية فإن تغيير الحجم يؤدى أيضاً لاختلاف التأثير الحرارى وكمية الظلال بالفناء.

وفى دراسة تحليلية للنسب الهندسية لأبعاد أفنية الدور بالعالم الإسلامى، وجد أنها بالوسط بين خطى عرض ٢٠°: ٣٠° شمالاً كانت النسبة (١ : ١,٣ : ١,٦) وتعادل ١٢ : ١٥٪ من مساحة الدار، وبالشرق (١ : ١,٤ : ١) وبمساحة تعادل من ٢٥ : ٤٥٪ من مساحة الدار، وبالغرب (١ : ١ : ١,٦) ويعادل من ٧ : ٢٥٪ من مساحة الدار (البرمبلى، ١٩٨٨).

وقد استنتج المهيلمى (١٩٩٠) فى دراسة قام بها على الفناء الداخلى باستخدام برنامج خاص بالحاسب الآلى لقياس كفاءة الإظلال على



شكل (١٠) تأثير التغيير فى نسب الأبعاد الهندسية للمسقط الأفقى وفى ارتفاع الحوائط المحيطة على كمية الظلال. (المصدر: أحمد، ١٩٩٤)

أرضية الفناء بأن زيادة ارتفاع حوائط الفناء تزيد كمية الإظلال وذلك لجميع الاتجاهات الجغرافية، كما وجد أنه عندما تزيد نسبة الارتفاع إلى العرض عن الضعف فإن تأثير ذلك

على الكفاءة يكون محدوداً ولذلك لا يوصى بزيادة ارتفاع الفناء عن ضعف العرض، كما وجد أيضاً أنه من وجهة نظر كمية الظلال فإن الفناء المستطيل أفضل من الفناء المربع ويتقارب أداء الأفنية عندما تصل النسبة إلى ١ : ٣.

أمّا أحمد (١٩٩٤) فلقد أجرى دراسة على الفناء الداخلى باستخدام برنامج خاص بالحاسب الآلى معتمداً على حساب كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة صيفاً وشتاءً كأساس للمقارنة، وقد وجد أن أفضل نسب أبعاد هندسية للفناء بخط عرض ٣٠° شمالاً (ويمثلها مدينة العبور) هى (١ : ٣ : ١,٣) وتمثل (العرض : الطول : الارتفاع) بفرض عدم وجود أية بروزات بحوائط الفناء، وهى التى تحقق فى نفس الوقت درجة الاحتواء المثلى والتى حددها بالقيمة (٣,٤٥) وذلك حتى يستقبل الفناء الداخلى أقل كمية من الإشعاع الشمسى صيفاً وأكبر كمية من الإشعاع الشمسى شتاءً.

وفى دراسة تم إجرائها على ثمانية منازل تقليدية بمدينة الرياض وتحتوى على أفنية داخلية مختلفة المساحة والشكل والأبعاد، وجد أنه بالرغم من أن النسبة بين العرض إلى الطول لهذه الأفنية تتراوح ما بين (١ : ١) إلى (١ : ١,٧) ولكن النسبة (١ : ١,٣) قد تكررت فى ثلاثة أفنية، أما النسبة ما بين العرض والارتفاع فقد تراوحت ما بين (١ : ١) إلى (١ : ٢,٧) ولكن مرة ثانية فقد وجد أن النسبة (١ : ١,٣) تكررت فى خمسة أفنية من الثمانية، وقد دعمت دراسات أخرى هذه النسبة مما يجعل النسبة المثلى لأبعاد المسقط الأفقى للفناء هى (١ : ١,٣) وذلك بالنسبة لأفنية المنازل والتى لا تتعدى مساحتها ٢٠٠م٢ (Al - Hussayen, 1995).

وفى دراسة عن نسب الأبعاد الهندسية للفناء الداخلى بمنطقة "توشكى" أوضح الباحثان أحمد و وزيرى (١٩٩٩) ما يلى (أنظر الفصل الثالث):

❖ مع ثبات الحجم والتوجيه فإن الفناء الداخلى المستطيل أفضل من الفناء المربع من حيث التعرض للإشعاع الشمسى صيفاً وشتاءً.

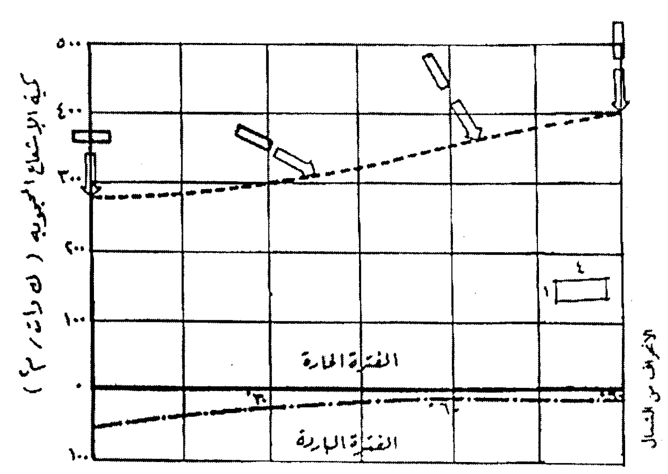
❖ يوصى بألا تقل النسب التشكيلية للفناء عن (١ : ٢,٠٠ : ١,٤٠) ويفضل استخدام النسب التكشيلية ذات الاحتواء الأكبر مثل (١ : ٢,٥٠ : ١,٥٨) بدرجة احتواء (٤,٤) أو (١ : ٣ : ١,٧٣) بدرجة احتواء (٤,٦٠).

١.٣.٢.١. التوجيه:

استنتج أحد الباحثين (A. Mohsen, 1978) بالنسبة لمدينة القاهرة باستخدام برنامج للحاسب الآلى ما يلى:

- أن أقل حمل حرارى صيفاً وأكثر حمل حرارى شتاءً يكون بتوجيه المحور الطولى للفناء جهة شرق - غرب (أى زاوية التوجه صفر).
- لا يؤثر تغيير التوجيه على الأحمال الحرارية للأفنية ذات المسقط المربع.
- التوجيه للشمال يعرض الواجهة الشمالية لإشعاع شمسى لا تتعدى قيمته ١٠٪، والواجهة الشرقية والغربية من ٢٥ : ٧٠٪ والواجهة الجنوبية من ٢٥ : ٦٠٪ بدءاً من الشكل المربع وتبعاً لطول الواجهة.

أما الدراسة التى أجراها المهيلمى (١٩٩٠) باستخدام برنامج خاص للحاسب الآلى فقد أوضحت أن توجيه الفناء بزاوية ٩٠° من الشمال تحقق أقل اكتساب حرارى لأرضية الفناء، **شكل** (١١)، وفى دراسة مقارنة قام بها معتمداً على النسبة المئوية للإظلال فقد وجد أن أفضل توجيه للأفنية لكل من مدينتى أسوان والقاهرة هو ٦٠° من الشمال، **شكل** (١٢)، حيث تحقق أكبر نسبة إظلال فى كل منهما لفناء نسبة عرضه إلى طوله (١ : ٢).



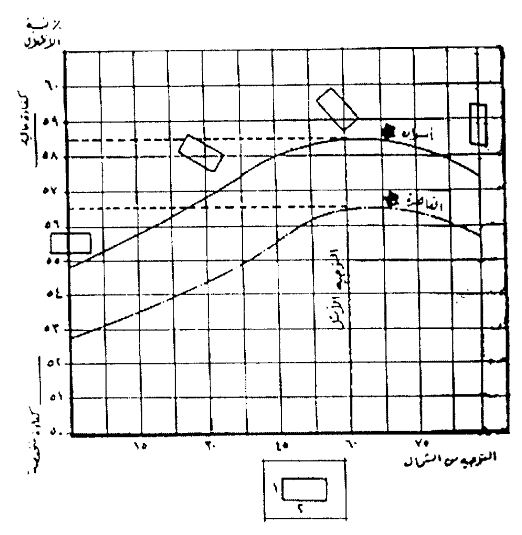
شكل (١١) تأثير التوجيه على كمية الإشعاع المحجوبة

(المصدر: المهيلمى، ١٩٩٠)

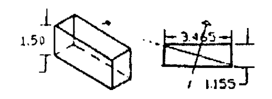
أما أحمد (١٩٩٤) فقد اعتمد فى دراسته على حساب كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة ولم يعتمد على حساب كميات الظلال، وهذا أكثر دقة فى المقارنة، لذلك فقد وجد أن التوجيه الأمثل للفناء الداخلى فى خط عرض ٣٠° شمالاً (ويمثله مدينة العبور) يكون ١٥° غرب الشمال وذلك لفناء مستطيل أبعاده (١ : ٣ : ١,٣) بدرجة احتواء (٣,٤٥) وبفرض عدم وجود

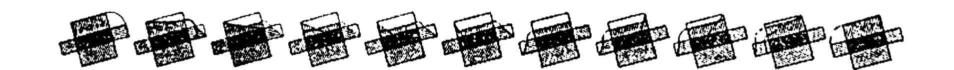
بروزات بحوائط الفناء، **شكل (١٣)**.

وقد أوضح أحمد و وزيرى (١٩٩٩) أن أفضل توجيه للفناء الداخلى بمنطقة "توشكى" (خط عرض ٢٢,٤٤°) أن يواجه محوره الطولى اتجاه الشمال الجغرافى، وأن انحراف توجيه الفناء بدءاً من ١٥° وحتى ٤٥° سواء إلى الشرق أو الغرب يعطى نتائج أسوأ على الترتيب من وجهة نظر الأداء الحرارى للفناء صيفاً وشتاءً (أنظر الفصل الثالث).

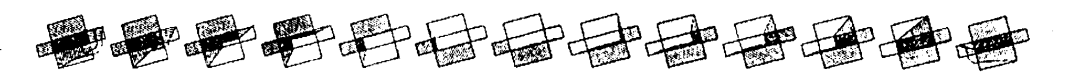


شكل (١٢) تأثير التوجيه على نسب إظلال حوائط وأرضيات الفناء بمدينتى القاهرة وأسوان. (المصدر: المهيلمى، ١٩٩٠)





الظلال بالفناء يوم 21 ديسمبر (الشتاء)



الظلال بالفناء يوم 21 يونية (الصيف)

شكل (١٣) التوجيه الأمثل للأفنية فى خط عرض ٣٠° شمالاً (مدينة العبور) يميل الفناء بزاوية ١٥° غرب الشمال.
(المصدر: أحمد، ١٩٩٤)

١.٣.٣. خط العرض:

أظهر أحمد (١٩٩٤) أنه بالنسبة للأفنية الداخلية المتماثلة فى الأبعاد والأحجام فإن اختلاف خط العرض يؤثر على كمية المساحات المظللة أو المعرضة للإشعاع الشمسى، **شكل (١٤)**.

٢٠ شمالا

٢٤

٢٨

٣٢

أولا : بيانات الموقع :
١- مقارنة بين مواقع مختلفة
ثانيا : البيانات الشمسية :
١ - اليوم ٢١ يونيو (١٧٢) .
٢- تحديد الوقت الساعة التاسعة صباحا ويتم حساب الزوايا الشمسية لكل موقع على حده
ثالثا : البيانات الهندسية لنموذج الفناء :
١ - نسب التشكيل الحجمى للنموذج : ١ : ٢ : ١
٢ - المحور الطولى يأخذ اتجاه شمال جنوب .

المساحات المعرضة للإشعاع الشمسى فى المواقع المختلفة من واقع نتائج الحاسب الآلى .

شكل (١٤) تأثير اختلاف خط العرض على الأفنية المتماثلة تماماً.
(المصدر: أحمد، ١٩٩٤)

١.٣.٤. الوقت من العام:

فدخول الإشعاع الشمسى للفناء الداخلى يعتمد على حركة الشمس وزاوية ارتفاعها على مدار العام، ففى النصف الشمالى من الكرة الأرضية نجد أن الشمس تبلغ أكبر زاوية ارتفاع لها يوم ٢١ يونيه (الانقلاب الصيفى) وهو أطول يوم شمسى على مدار العام، فى حين نجد أن الشمس تصبح فى أقل زاوية ارتفاع لها يوم ٢١ ديسمبر (الانقلاب الشتوى) وهو يعتبر أقصر يوم شمسى على مدار العام، أما فى يومى ٢١ مارس وسبتمبر (الاعتدالين) فتأخذ زاوية ارتفاع الشمس ارتفاعات متوسطة بالنسبة للصيف أو الشتاء، وعلى ذلك فإنه من الهام جداً عند التصميم الأخذ فى الاعتبار زوايا ارتفاع الشمس اليومية وكذلك الموسمية (Wright, 1978).

١.٤. أفكار لتبريد الفناء الداخلى:

توجد اختلافات أساسية فى أسلوب تحقيق الراحة الحرارية بالفراغات الداخلية للمبنى وبين الفراغات الخارجية المكشوفة كما فى حالة الفناء الداخلى، فالإنسان داخل المبنى يكون

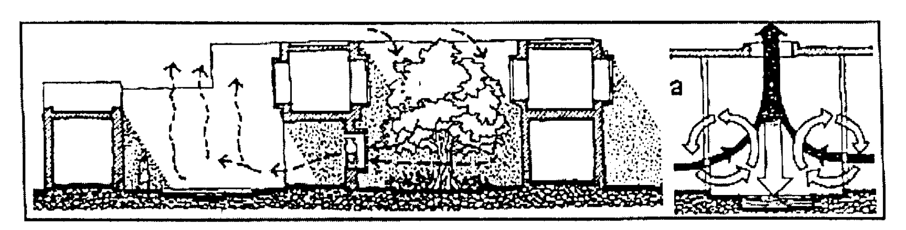
محمياً من الإشعاع الشمسى المباشر أما فى الفناء المكشوف فإنه يكون معرضاً لجميع أنواع الإشعاع الشمسى المباشر وغير المباشر، فداخل المبنى يمكن إغلاق فتحات المبنى حتى يمكن تقليل انسياب الحرارة من الخارج إلى الداخل كما أنه يمكن التغلب على انتقال الحرارة بالتوصيل باستخدام مواد ذات سعة حرارية عالية، فالتصميم المناسب للمبنى وغلافه الخارجى يمكن أن يقلل من ارتفاع درجات الحرارة الداخلية حتى فى حالة عدم الاستعانة بأى وسيلة من وسائل التبريد الطبيعية أو الميكانيكية فى حين أن الفراغات والأفنية المكشوفة حتى لو تم تظليلها فإنها تظل تتعرض لانسياب الرياح ذات درجة الحرارة المرتفعة خاصة بالمناطق الحارة الجافة والتى تؤثر بدورها على درجة الحرارة بالفناء ومن هنا يظهر الفرق الجوهرى فى أسلوب تبريد الفراغات الداخلية للمبنى عن الفراغات الخارجية المكشوفة.

وبالرغم من ذلك فإنه بتطبيق بعض الحلول والتفاصيل وأساليب التبريد بالأفنية الداخلية المكشوفة فإنه يمكن تقليل درجة حرارة الهواء وكذلك الحرارة الإشعاعية داخل الفناء صيفاً، ومن أهم هذه الوسائل والأفكار ما يلى (Givoni, 1994):

١.٤.١. التظليل باستخدام الأشجار والبرجولات:

إن وظيفة وسائل التظليل فى عملية تبريد الفناء وخفض درجات الحرارة داخله لا تقتصر على منع الإشعاع الشمسى من دخول الفناء ولكن تظهر أهميتها فى الفصل بين الهواء البارد الموجود تحتها وبين الهواء الأكثر سخونة المتواجد فوقها، **شكل** (١٥)، ويمكن تحقيق ذلك باستخدام أشجار ذات جذوع مرتفعة ومظلة عريضة wide canopy أو باستخدام برجولات خشبية مكونة من نباتات متسلقة ذات أوراق سميكة نسبياً.

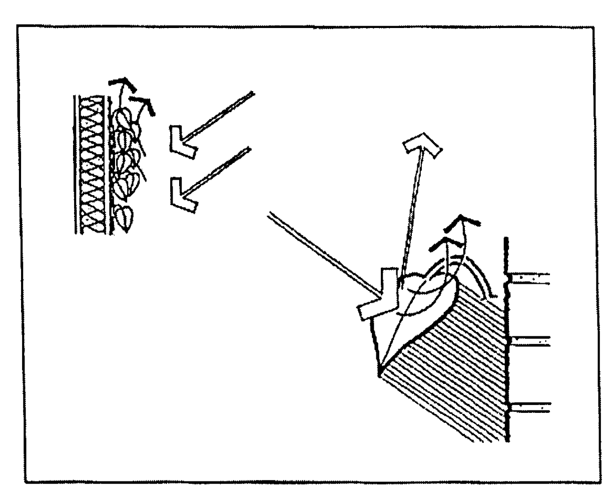
وهذا الأسلوب فى التظليل إلى جانب تصميم المبنى نفسه والحوائط المحيطة بالفناء يمكن أن يعزل isolate كتلة الهواء داخل الفناء المظلل ويمنعها من الاختلاط مع الرياح الساخنة التى تمر على الفناء أعلى وسيلة التظليل المستخدمة سواء كانت أشجار أو برجولات، ولكن يلاحظ أهمية استخدام أشجار ونباتات متسلقة من النوع المتساقط الأوراق حتى يعطى فرصة لأشعة الشمس من دخول الفناء فى فصل الشتاء.



شكل (١٥) استخدام الأشجار والمسطحات المائية فى الفناء الداخلي يساعد على توفير الظلال وتقليل الانعكاسات على الواجهات المطلة على الفناء، فيساعد ذلك على قيام الفناء بوظيفته كمنظم لدرجات الحرارة ومخزن للهواء البارد فى المناطق الحارة الجافة.
(After Konya, 1985)

١ . ٤ . ٢ . تغطية حوائط الفناء بالنباتات المتسلقة:

إن تعرض الحوائط المحيطة بالفناء للإشعاع الشمسى يرفع من درجة حرارتها لدرجة أعلى من درجة حرارة الهواء المحيط ambient air مما يوجد صعوبة فى تبريد الفناء، لذلك فإن أبسط حل للتغلب على هذه المشكلة يكون بتغطية هذه الحوائط ببعض النباتات المتسلقة، **شكل** (١٦)، حيث أن درجة حرارة أوراق هذه النباتات تكون عادة قريبة من درجة حرارة الهواء المحيط وبذلك تساعد على تقليل ارتفاع درجة حرارة الحوائط خلفها، كما أن استخدام دائرة مغلقة من الماء المنساب على هذه الحوائط والذى يتساقط فى أحواض أو نوافير بأرضية الفناء ثم يعاد استخدامه مرة أخرى لترطيب الحوائط والنباتات المتسلقة يساعد على تقليل درجة حرارة هذه الحوائط لدرجة يمكن أن تقل عن درجة حرارة الهواء المحيط.

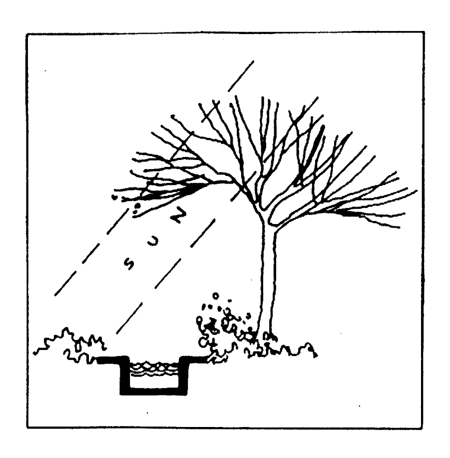


شكل (١٦) استخدام النباتات المتسلقة على غلاف المبنى لتوفير الظلال وتقليل معدل نفاذ الحرارة إلى الداخل. (After Watson, 1983)

١ . ٤ . ٣ . استخدام أحواض الماء المظللة:

إن أحواض الماء المظللة بالأشجار، **شكل** (١٧)، المتواجدة داخل الفناء تجعل متوسط درجة

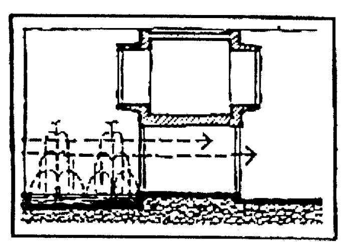
حـرارة الماء بداخلهـا قـريبـة جـداً من متـوسـط درجـة حـرارة الهـواء الرطب (diurnal average WBT). وحـــتى يمكن زيادة ترطيب الهـواء السـاخن الملامس لسطح الماء فـيـجب وضع نوافـيـر بهـذه الأحـواض يخـرج منهـا الماء على صـورة رذاذ وحـبـيبات صـغـيـرة متـسـاقـطة إلى جـانب أنهـا تسـاعـد على عـدم سكون سطح الماء بهذه الأحـواض مما يجعلها كـسطح عـاكس للإشـعـاع الشـمـسى السـاقط عليها. شكل (١٨).



شكل (١٧) أحواض الماء المظللة.
(المصدر: استينو، ــــ).

١.٤.٤. ترطيب أرضيات الفناء:

يمكن خـفض درجـة حـرارة التـبليطات فى بعض أجـزاء أرضـيـة الفناء وذلك برش هذه التبليطات أثناء ساعات الذروة الحرارية بالنهار مما يساعد على خفض درجة حرارة الهواء بالفناء وزيادة كمية الرطوبة به.



شكل (١٨) أهمية وضع النوافير بأحواض الماء.
(After Konya, 1985)

الفصل الثانى

□ دراسة مقارنة

على ثلاثة أفنية داخلية بمنازل إسلامية

اتضح لنا من استعراض الدراسات والأبحاث التى أجريت على الفناء الداخلى فى الفصل الأول من هذه الدراسة خاصة على المبانى التقليدية أنها كانت تعتمد غالباً على برامج الحاسب الآلى لا على الدراسات الميدانية كما لم تأخذ فى الاعتبار وجود البروزات عند حساب كميات الظلال أو كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة واجهة وأرضية الفناء هذا من جانب، ومن جانب آخر فإننا نجد أن هذه الدراسات لم تتعرض لأسس تصميم واجهات الفناء الداخلى.

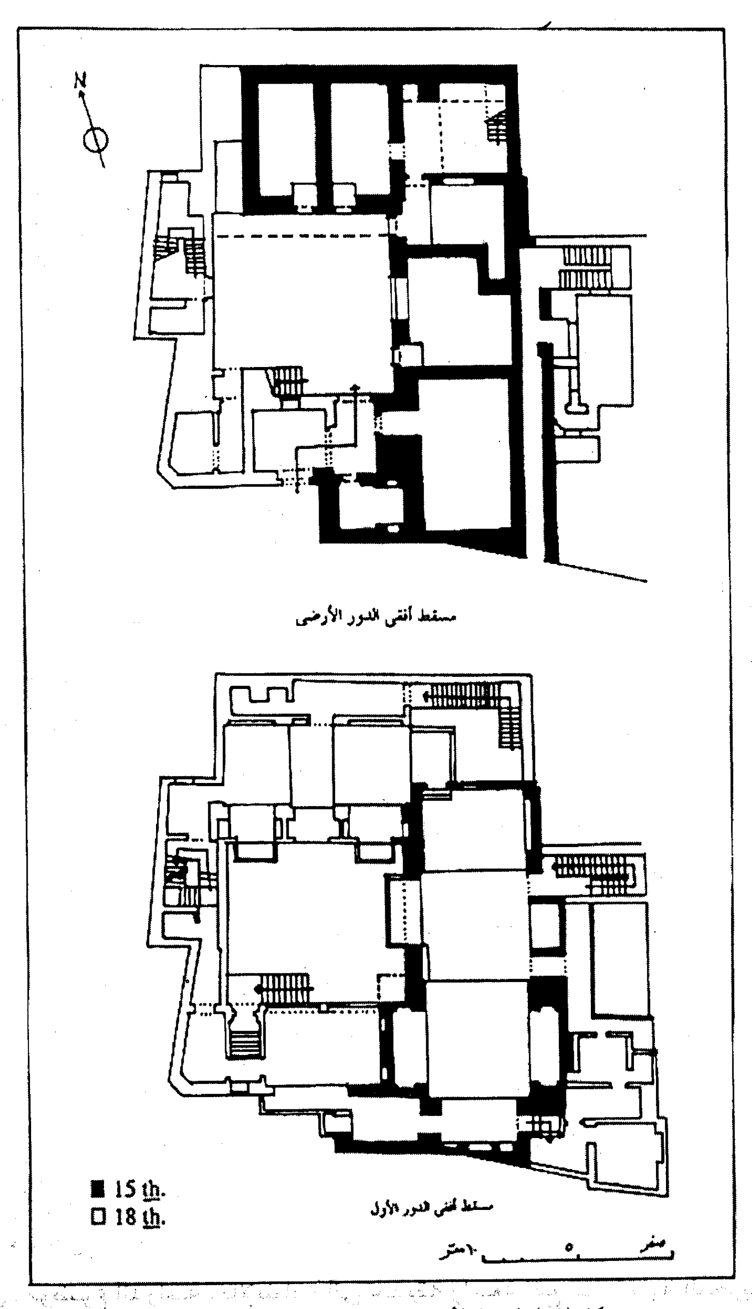
لذلك فإننا فى هذا الفصل سوف نقوم بدراسة ومقارنة الأبعاد الهندسية وكذلك الظلال وكميات الإشعاع الشمسى المستقبلة صيفاً وشتاءً لثلاثة أفنية داخلية بمنازل تقليدية إسلامية بمدينة القاهرة وهى أفنية منازل زينب خاتون، وجمال الدين الذهبى، وإبراهيم كتخدا السنارى، مع دراسة أسس تصميم واجهات هذه الأفنية بتفاصيل فتحاتها من وجهة نظر التصميم الشمسى (Wazeri, 1997).

وقد روعى فى اختيار النماذج الثلاثة أن يتوفر فيها عنصر التنوع فى تشكيل أفنيتها الداخلية من حيث المساحة والحجم والتوجيه بالإضافة إلى اختلاف نسب البروزات من فناء لآخر.

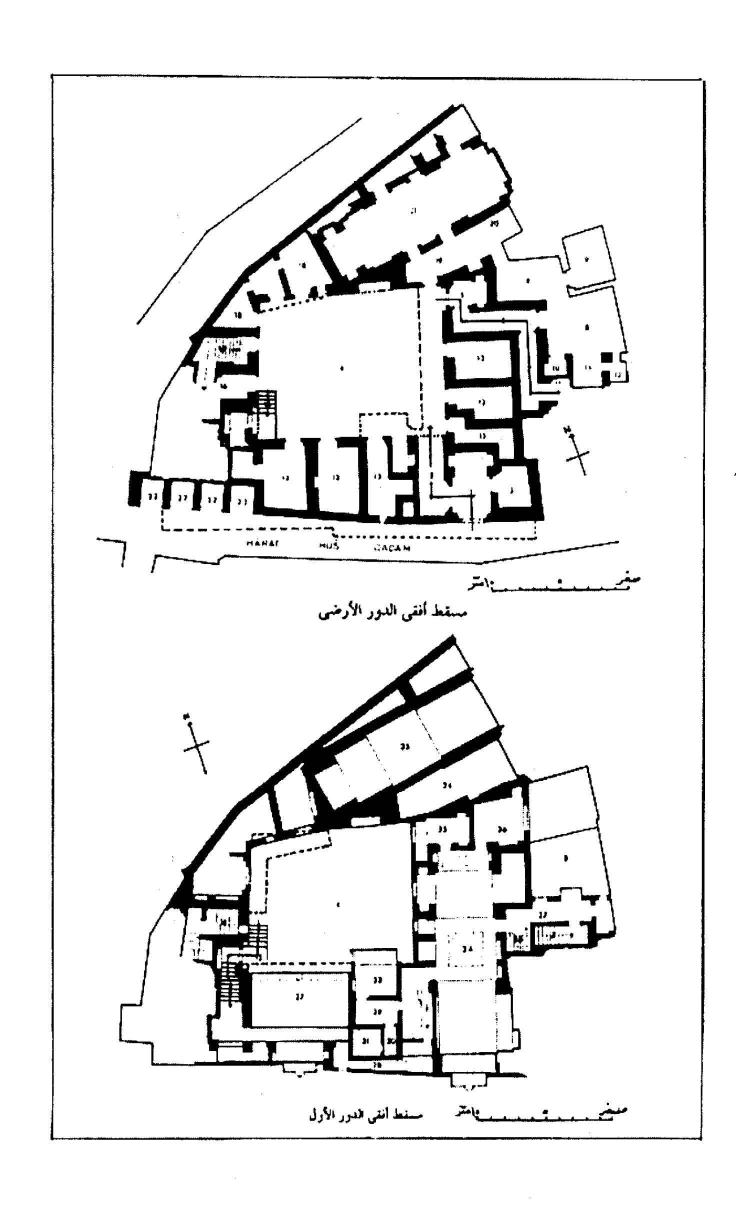
وباستعراض مختصر لكل من المنازل المختارة للمقارنة ودون الدخول فى التفاصيل الأثرية فإننا نجد أن منزل زينب خاتون يقع فى حى الأزهر خلف الجامع الأزهر، والمنزل تم بناؤه على مرحلتين: الأولى فى القرن الخامس عشر الميلادى (١٤٦٨م) فى فترة المماليك البرجية ثم المرحلة الثانية فى القرن الثامن عشر الميلادى، **شكل (١٩)**، ويحتوى على فناء داخلى رئيسى وهو موضوع الدراسة وفناء آخر صغير فى الجهة البحرية الشرقية من المنزل.

أما منزل جمال الدين الذهبى فيقع فى حارة "حوش قدم" بحى الأزهر أيضاً وينتمى للعصر العثمانى وتم بناؤه عام ١٦٣٧م ويوجد به فناء رئيسى وهو موضوع الدراسة إلى جانب فناء آخر أصغر فى المساحة بالجهة الشرقية من المنزل، **شكل (٢٠)**.

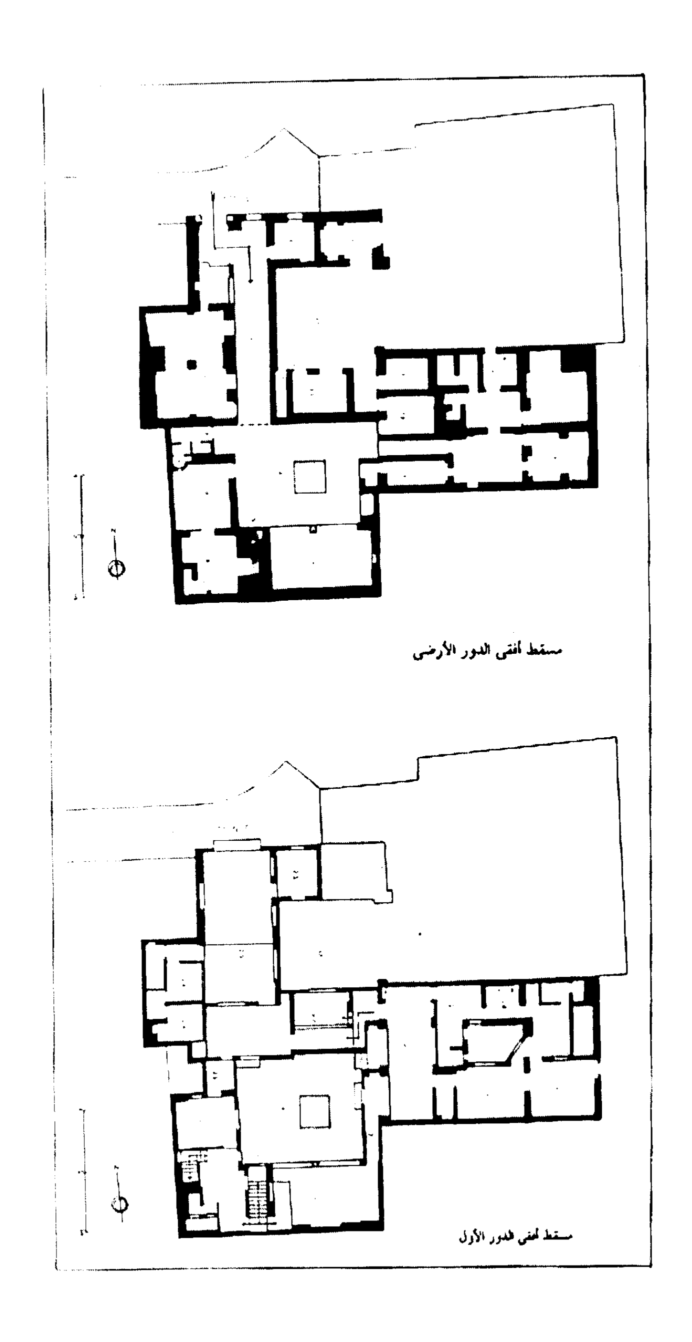
أما منزل إبراهيم كتخدا السنارى فيقع فى حارة "مونج" بحى السيدة زينب، وتم بناؤه فى العصر العثمانى (١٧٩٤م) ويتميز بوجود مجموعة من الفراغات المكشوفة منها الفناء الداخلى الرئيسى ـ موضوع الدراسة ـ بالإضافة إلى حديقة واسعة تقع فى الجهة البحرية الشرقية من المنزل، كما يوجد منور سماوى صغير يتوسط الكتلة الشرقية للمنزل، **شكل (٢١)**.



شكل (١٩) المساقط الأفقية لمنزل زينب خاتون.
(After French Mission Restoration Project-Cairo, 1985)



شكل (٢٠) المساقط الأفقية لمنزل جمال الدين الذهبي.
(After Maury et. al., 1983)



شكل (٢١) المساقط الأفقية لمنزل إبراهيم كتخدا السناري.
(After Maury et. al., 1983)

٢ . ١ . دراسة مقارنة لنسب الأبعاد الهندسية للأفنية الثلاثة:

٢ . ١ . ١ . الوصف الهندسى لفناء منزل زينب خاتون:

تم الرفع الهندسى لمقاسات فناء المنزل وواجهاته بتفاصيل فتحاتها مع تحديد توجيه الفناء باستخدام البوصلة، أنظر الأشكال من (٢٢) إلى (٢٦).

وفيما يلى الوصف الهندسى للفناء:

❖ **التوجيه**: يميل الفناء بزاوية ١٧ جهة شرق الشمال.

❖ **متوسط أبعاد المسقط الأفقى**: ٩,٥٥م × ٩,٤٠م.

❖ **مساحة المسقط الأفقى** (A_G): ٨٩,٧٧م٢.

❖ **متوسط أبعاد الجزء العلوى المعرض من الفناء**: ٩,٥٥م × ٨,٤٠م (بعد خصم بروز البرج بالواجهة الجنوبية).

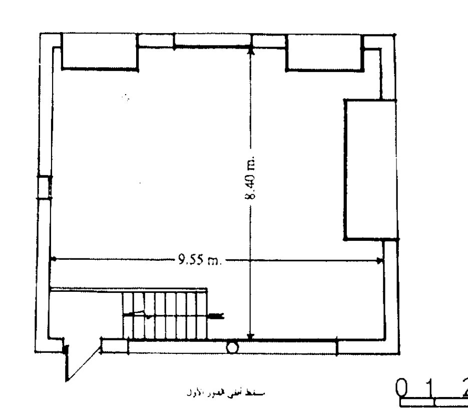
❖ **مساحة الجزء المعرض** (A_T): ٨٠,٢٢م٢.

❖ **الانفتاح على السماء** ($A_T \div A_G$): ٠,٨٩

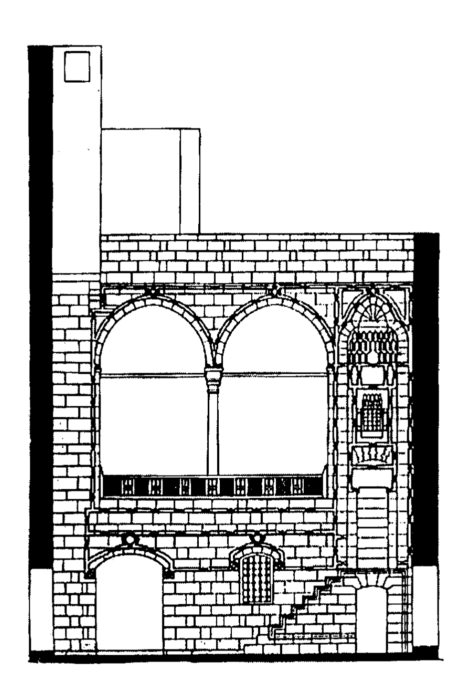
❖ **ارتفاع حوائط الفناء**: ١٢,٩٠م (متوسط).

❖ **درجة احتواء الفناء** = مجموع مساحات الواجهات ÷ مساحة الجزء المعرض من الفناء = ٤٦٩,٢٨ ÷ ٨٠,٢٢ = ٥,٨٥.

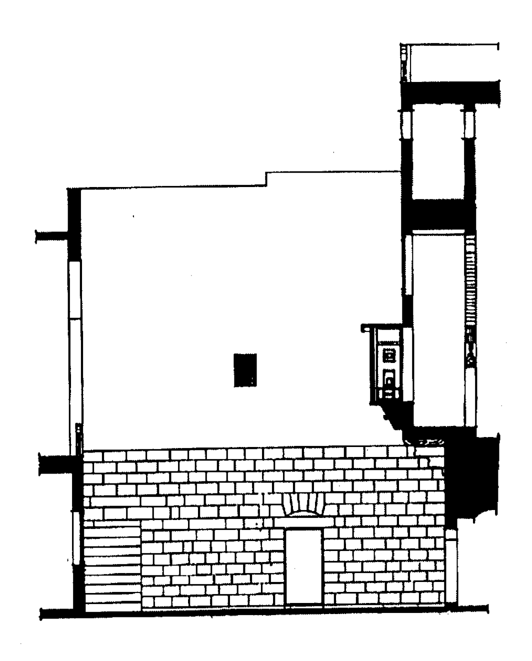
❖ **نسب الأبعاد الهندسية للجزء المعرض** = ١ : ١,١٣ : ١,٥٣



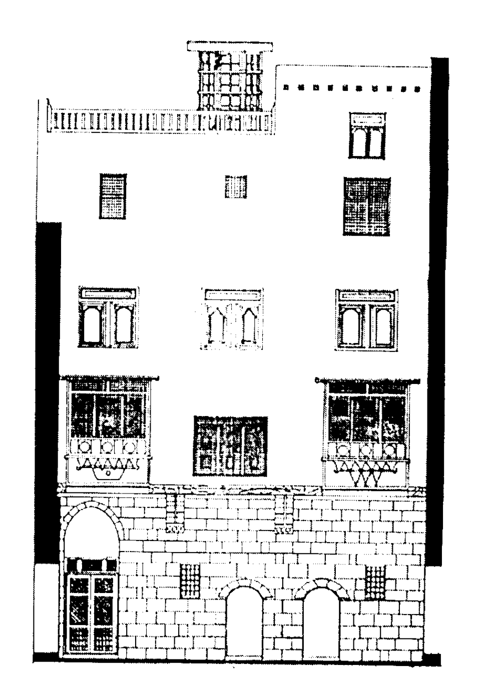
شكل (٢٢) المساقط الأفقية لفناء منزل زينب خاتون.



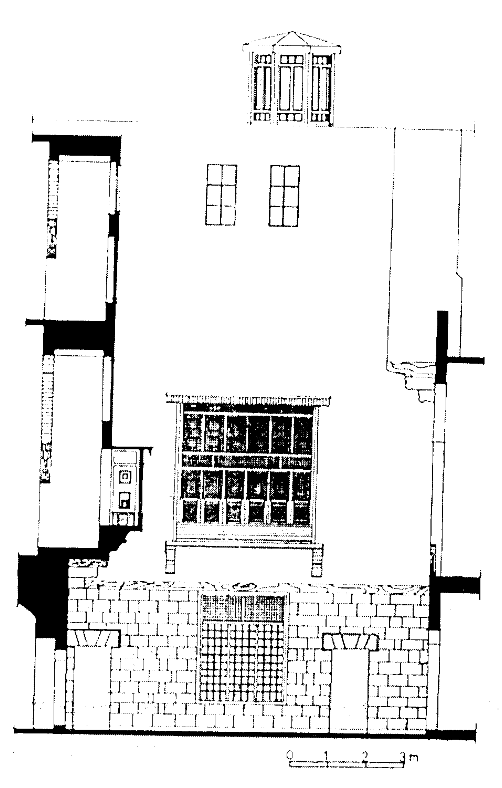
شكل (٢٣) الواجهة البحرية لفناء منزل زينب خاتون.



شكل (٢٤) الواجهة الشرقية لفناء منزل زينب خاتون



شكل (٢٥) الواجهة الجنوبية لفناء منزل زينب خاتون



شكل (٢٦) الواجهة الغربية لفناء منزل زينب خاتون

٢.١.٢. الوصف الهندسى لفناء جمال الدين الذهبى:

تم الرفع الهندسى لمقاسات فناء المنزل وواجهاته بتفاصيل فتحاتها مع تحديد توجيه الفناء باستخدام البوصلة، أنظر الأشكال من (٢٧) إلى (٣١).

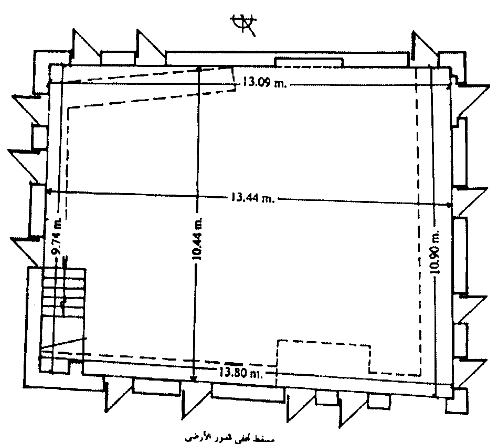
وفيما يلى الوصف الهندسى للفناء:

❖ **التوجيه:** يميل الفناء بزاوية ٢٨ْ جهة شرق الشمال.

❖ **متوسط أبعاد المسقط الأفقى:** ١٠,٤٤م × ١٣,٤٤م.

❖ **مساحة المسقط الأفقى (A_G):** ١٤٠,٣١م٢.

❖ **متوسط أبعاد الجزء العلوى من المسقط:** ٩,٧٤م × ١٢,٢٩م (بعد بروز الأبراج بالأدوار العليا).



شكل (٢٧) المساقط الأفقية لفناء منزل جمال الدين الذهبى.

❖ **مساحة الجزء المعرض من المسقط:** ١١٩,٧٠م٢.

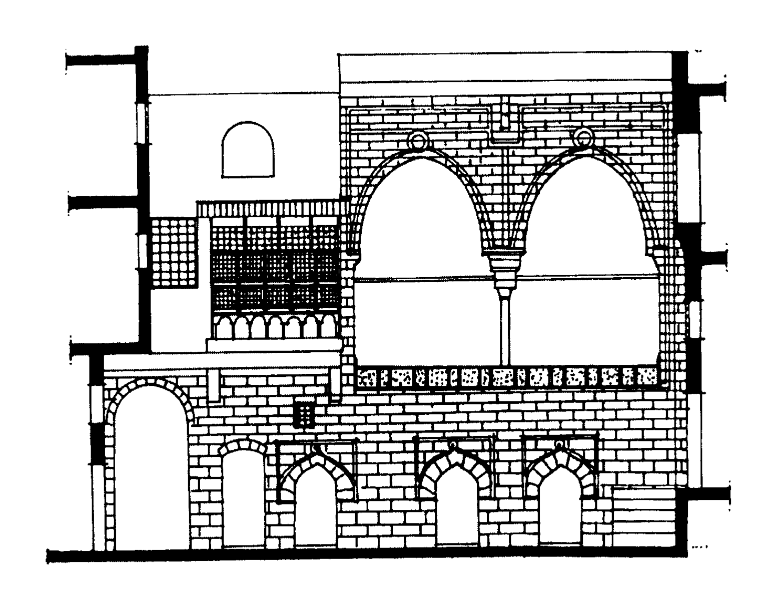
❖ **الانفتاح على السماء ($A_T \div A_G$):** ٠,٨٥.

❖ **ارتفاع حوائط الفناء:** ١٢,٤١م (متوسط).

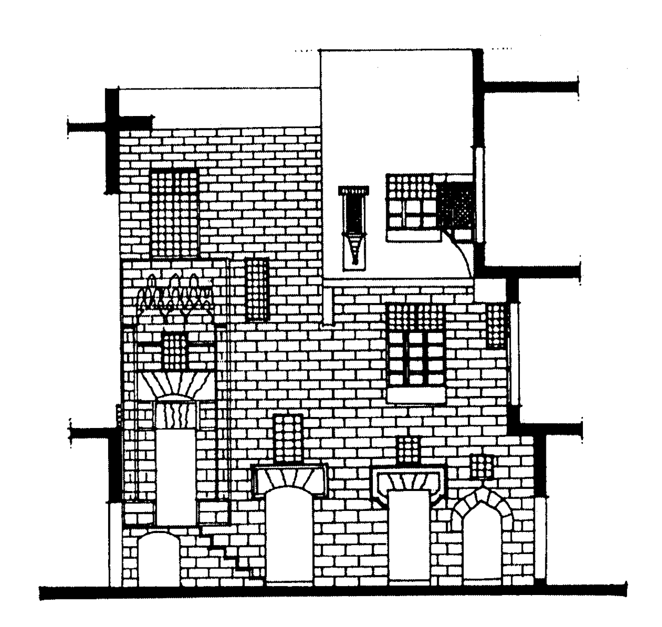
❖ **مجموع مساحات الواجهات المحيطة بالفناء:** ٥٤٣,٤٠م٢.

❖ **درجة احتواء الفناء** = مجموع مساحات الواجهات ÷ مساحة الجزء المعرض = ٥٥١,٩٥ ÷ ١١٩,٧٠ = ٤,٦١ .

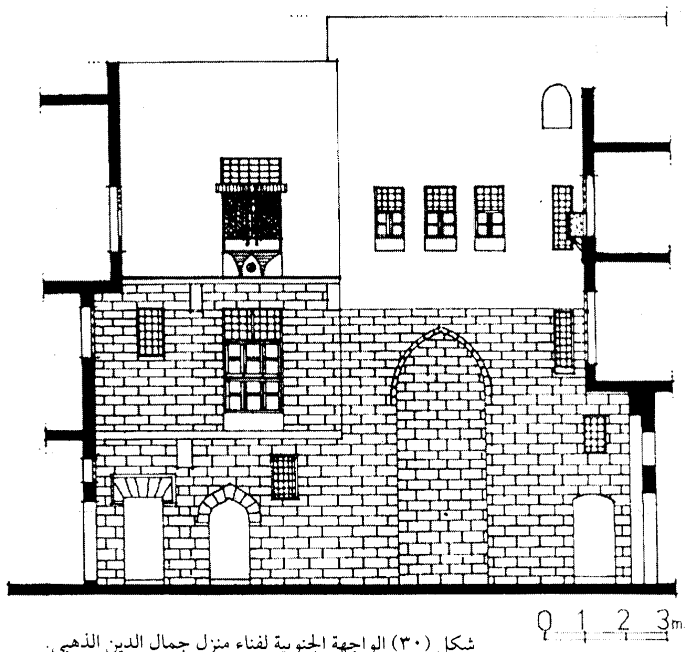
❖ **نسب الأبعاد الهندسية للجزء المعرض:** ١ : ١,٢٦ : ١,٢٧ .



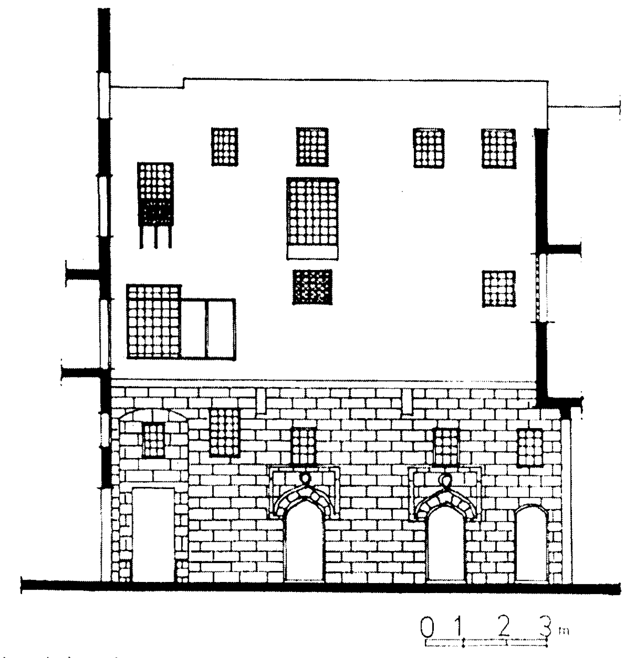
شكل (٢٨) الواجهة البحرية لفناء منزل جمال الدين الذهبى.



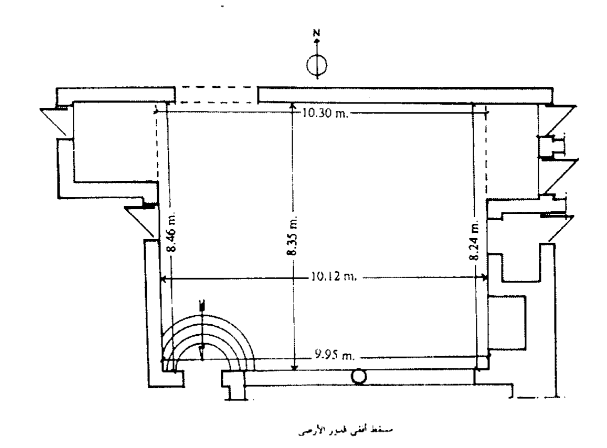
شكل (٢٩) الواجهة الشرقية لفناء منزل جمال الدين الذهبى.

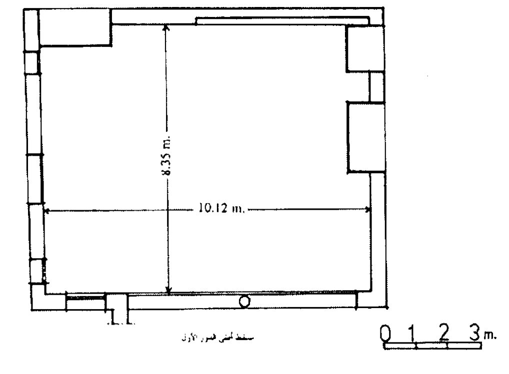


شكل (٣٠) الواجهة الجنوبية لفناء منزل جمال الدين الذهبي.



شكل (٣١) الواجهة الغربية لفناء منزل جمال الدين الذهبي.





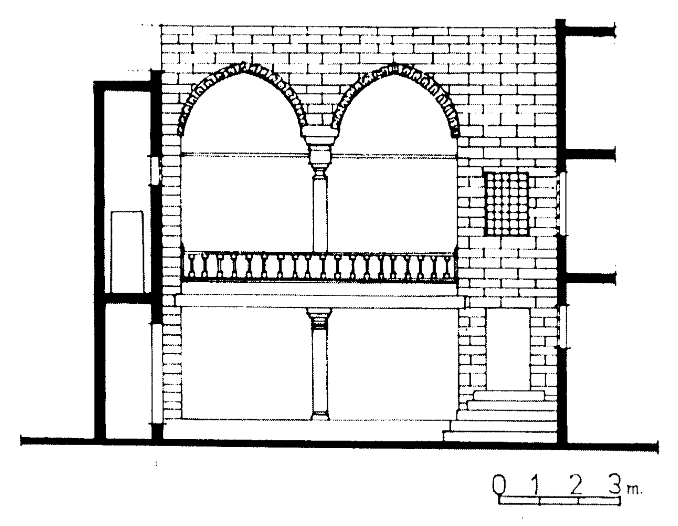
شكل (٣٢) المساقط الأفقية لفناء منزل السنارى.

٣.١.٢. الوصف الهندسى لفناء منزل إبراهيم كتخدا السنارى:

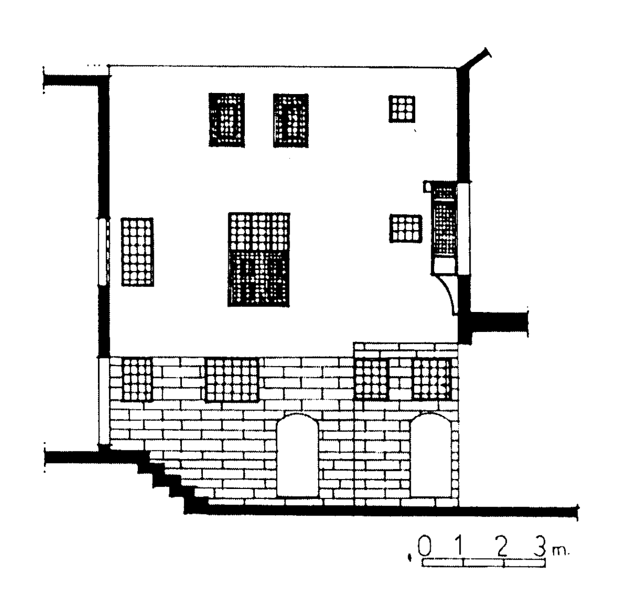
تم الرفع الهندسى لمقاسات فناء المنزل وواجهاته بتفاصيل فتحاتها مع تحديد توجيه الفناء باستخدام البوصلة، أنظر الأشكال من (٣٢) إلى (٣٦).

وفيما يلى الوصف الهندسى للفناء:

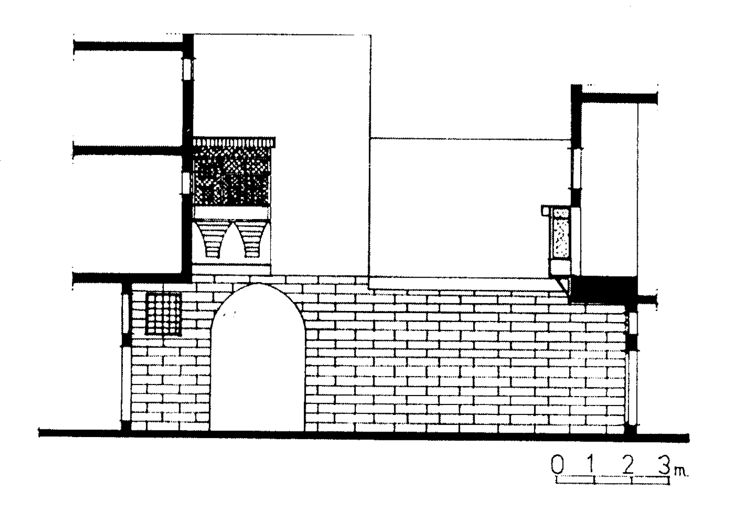
- ❖ **التوجيه:** مواجه للشمال.
- ❖ **أبعاد المسقط الأفقى:** ٨,٣٥م × ١٠,١٢م (متوسط).
- ❖ **مساحة المسقط الأفقى (A_G):** ٨٤,٥٠.
- ❖ **أبعاد الجزء العلوى المعرض من المسقط:** ٨,٣٥م × ١٠,١٢م (متوسط).
- ❖ **مساحة الجزء العلوى المعرض من المسقط (A_T):** ٨٤,٥٠ .
- ❖ **الانفتاح على السماء ($A_T \div A_G$):** ١.
- ❖ **ارتفاع حوائط الفناء:** ١٠,٠٠م (متوسط).
- ❖ **مجموع مساحات الواجهات المحيطة بالفناء:** ٣٦٨,٦٦م٢.
- ❖ **درجة احتواء الفناء** = مجموع مساحات الواجهات ÷ مساحة الجزء المعرض من المسقط = ٣٦٨,٨٢ ÷ ٨٤,٥٠ = ٤,٣٦ .
- ❖ **نسب الأبعاد الهندسية للجزء المعرض:** ١ : ١,٢١ : ١,١٩ .



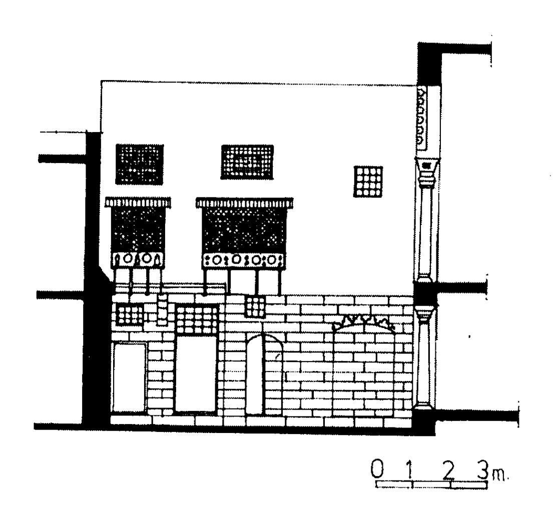
شكل (٣٣) الواجهة البحرية لفناء منزل السنارى.



شكل (٣٤) الواجهة الشرقية لفناء منزل السنارى.



شكل (٣٥) الواجهة الجنوبية لفناء منزل السنارى.



شكل (٣٦) الواجهة الغربية لفناء منزل السنارى.

والوصف الهندسى للأفنية الثلاثة موضح بجدول رقم (١)، وبتحليل ما ورد بهذا الجدول يتضح ما يلى:

١ . بالنظر إلى نسب الانفتاح على السماء openness to the sky نجد أن واجهات فناء منزل السنارى لا يوجد بها أية بروزات (حيث أن $A_T \div A_G = 1$)، كما نجد أن أكبر نسبة للبروزات توجد فى واجهات فناء منزل الذهبى (حيث أن $A_T \div A_G = 0.85$).

٢ . يلاحظ أن الارتفاع المتوسط لحوائط أى من الأفنية الثلاث لم يتعد مرة ونصف لأقل طول ضلع بالمسقط الأفقى باستثناء فناء منزل زينب خاتون حيث كانت نسبة الارتفاع إلى العرض هى ١ : ١,٥٣ أى تجاوز الارتفاع مرة ونصف العرض بنسبة ضئيلة جداً (يمكن إهمالها).

٣ . يلاحظ أن فناء منزل زينب خاتون يتمتع بأكبر درجة احتواء (٥,٨٥) مع أكبر متوسط لارتفاع الحوائط (١٣,٣٤م)، وهذا الارتفاع يفسر تأخر دخول الشمس صيفاً حتى الساعة الثامنة صباحاً فى حين أنها في الفنائيْن الآخريْن تدخل الساعة السادسة صباحاً، كما يتأخر دخول الشمس شتاءً حتى الساعة التاسعة صباحاً فى حين أنها فى الفنائيْن الآخرين تدخل الساعة الثامنة صباحاً.

جدول رقم (١): الوصف الهندسى للأفنية الثلاثة.

الوصف الهندسى / اسم الفناء	زينب خاتون	جمال الدين الذهبى	إبراهيم كتخدا السنارى
التوجيه	١٧° شرق الشمال	٢٨° شرق الشمال	مواجه للشمال
الأبعاد المتوسطة للفناء (م) (عرض × طول × ارتفاع)	٩,٤٠ × ٩,٥٥ × ١٣,٣٤	١٠,٤٤ × ١٣,٤٤ × ١٢,٤١	٨,٣٥ × ١٠,١٢ × ١٠,٠٠
مساحة المسقط الأفقى (A_G)، م٢	٧٩,٧٧	١٤٠,٣١	٨٤,٥٠
الأبعاد المتوسط للجزء العلوى للمسقط (م)	٨,٤٠ × ٩,٥٥	٩,٧٤ × ١٢,٢٩	٨,٣٥ × ١٠,١٢
مساحة الجزء العلوى للمسقط (A_T)، م٢	٨٠,٢٢	١١٩,٧٠	٨٤,٥٠
الانفتاح إلى السماء ($A_T \div A_G$)	٠,٨٩	٠٠,٨٥	١
مجموع مساحات الواجهات (S)، م٢	٤٦٩,٢٨	٥٥١,٩٥	٣٦٨,٨٢
درجة الاحتواء ($R = S \div A_T$)	٥,٨٥	٤,٦١	٤,٣٦
نسب الأبعاد الهندسية للجزء العلوى للمسقط	١ : ١,١٣ : ١,٥٣	١ : ١,٢٦ : ١,٢٧	١ : ١,٢١ : ١,١٩

٢.٢ . دراسة مقارنة للظلال وكميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة أسطح وفتحات الأفنية الثلاثة:

تم حساب زوايا الانحراف الأفقية وكذلك زوايا الارتفاع للشمس لخط عرض ٣٠° شمالاً (ممثلاً له مدينة القاهرة) وكذلك زوايا الظل الأفقية والرأسية خلال يومى ٢١ يونيو و٢١ ديسمبر كمثال لفترتى الذروة الحرارية والبرودة الزائدة على التوالى وذلك باستخدام المعادلات الخاصة بذلك (أنظر ملحق رقم (١))، وعن طريق هذه الزوايا تم رسم حركة الشمس والظلال لكل من الأفنية الثلاثة صيفاً وشتاءً.

أما بالنسبة لحساب كميات الإشعاع الشمسى المباشر فلقد تم الحصول على قيم شدة الإشعاع الشمسى المباشر من هيئة الأرصاد الجوية بكوبرى القبة والممثلة لمدينة القاهرة فى الفترة من عام ١٩٨٧ إلى عام ١٩٩٦م لكل من يومى ٢١ يونيه و٢١ ديسمبر وباستخدام المعادلات الخاصة بحساب كميات الإشعاع الساقطة على الأسطح الرأسية (الحوائط) وعلى الأسطح الأفقية (الأرضيات) تم حساب كميات الإشعاع الشمسى التى تستقبلها الأفنية الثلاثة صيفاً وشتاءً (أنظر ملحق رقم (٢)).

١.٢.٢ . دراسة كميات الظلال والإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة أرضيات وحوائط الأفنية الثلاثة:

١.١.٢.٢ . نتائج تعرض أسطح فناء زينب خاتون:

بحساب كميات الظلال الخاصة بفناء زينب خاتون وُجد أن نسبة تظليل أرضية الفناء تتعدى ٨٢٪ كما أن نسبة تظليل الحوائط تتعدى ٧٧٪ خلال يوم ٢١ يونيه، **شكل** (٣٧)، أما خلال يوم ٢١ ديسمبر فقد وجد أن كلاً من أرضية الفناء والواجهة البحرية يقعا تماماً فى الظل طوال اليوم فى حين أن باقى الواجهات الشرقية والجنوبية والغربية تتعدى نسبة تظليلها ٨٣٪، **شكل (٣٨)**.

وبحساب كميات الإشعاع الشمسى المباشر المستقبلة بواسطة الأجزاء المعرضة للشمس بالفناء فقد وجد أن أرضية الفناء تستقبل أكبر كمية من الإشعاع الشمسى الساعة ١٢,٠٠ ظهراً، وأن الواجهة الغربية تستقبل أكبر كمية من الإشعاع الشمسى الساعة ١٥,٠٠ بعد الظهر وذلك خلال يوم ٢١ يونيه، أنظر الرسم البيانى **شكل (٣٩)**، أما خلال يوم ٢١ ديسمبر فقد وُجد أن الواجهة الجنوبية تستقبل أكبر كمية من الإشعاع الشمسى الساعة ١٢,٠٠ ظهراً،

أنظر الرسم البيانى **شكل (٤٠)**.

٢.١.٢.٢. نتائج تعرض أسطح فناء جمال الدين الذهبى:

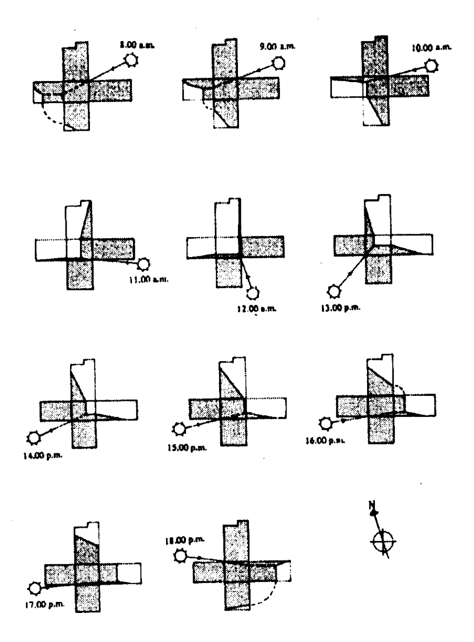
بحساب كميات الظلال الخاصة بفناء جمال الدين الذهبى وُجد أن نسبة تظليل أرضية الفناء تتعدى ٧٥٪ كما أن نسبة تظليل الحوائط تتعدى ٨١٪ خلال يوم ٢١ يونيه، شكل (٤١)، أما خلال يوم ٢١ ديسمبر فقد وجد أن كلاً من أرضية الفناء والواجهة البحرية يقعا تماماً فى الظل طوال اليوم فى حين أن باقى الواجهات الشرقية والجنوبية والغربية تتعدى نسبة تظليلها ٧٩٪، **شكل (٤٢)**.

وبحساب كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة الأجزاء المعرضة للشمس بالفناء فقد وجد أن أرضية الفناء تستقبل أكبر كمية من الإشعاع الشمسى الساعة ١٢,٠٠ ظهراً، وأن الواجهة الغربية تستقبل أكبر كمية من الإشعاع الشمسى الساعة ١٥,٠٠ بعد الظهر وذلك خلال يوم ٢١ يونيه، أنظر الرسم البيانى **شكل (٤٣)**، أما خلال يوم ٢١ ديسمبر فقد وُجد أن الواجهة الجنوبية تستقبل أكبر كمية من الإشعاع الشمسى الساعة ١٤,٠٠ بعد الظهر، أنظر الرسم البيانى شكل (٤٤).

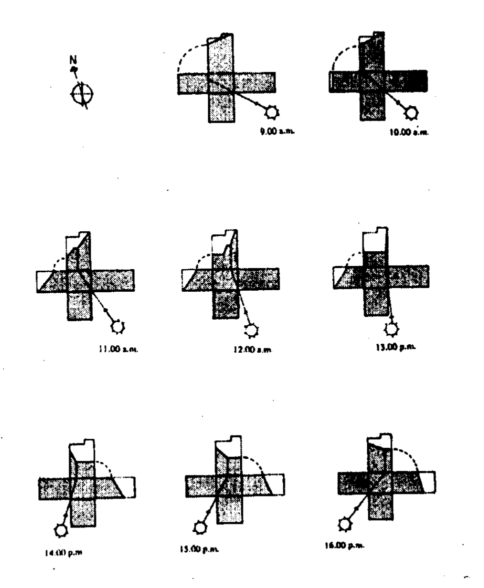
٣.١.٢.٢. نتائج تعرض أسطح فناء إبراهيم كتخدا السنارى:

بحساب كميات الظلال الخاصة بفناء السنارى وُجد أن نسبة تظليل أرضية الفناء تتعدى ٧٤٪، كما أن نسبة تظليل الحوائط تتعدى ٧٢٪ خلال يوم ٢١ يونيه، شكل (٤٥)، أما خلال يوم ٢١ ديسمبر فقد وجد أن كلاً من أرضية الفناء والواجهة البحرية يقعا تماماً فى الظل طوال اليوم فى حين أن باقى الواجهات الشرقية والجنوبية والغربية تتعدى نسبة تظليلها ٨١٪، شكل (٤٦).

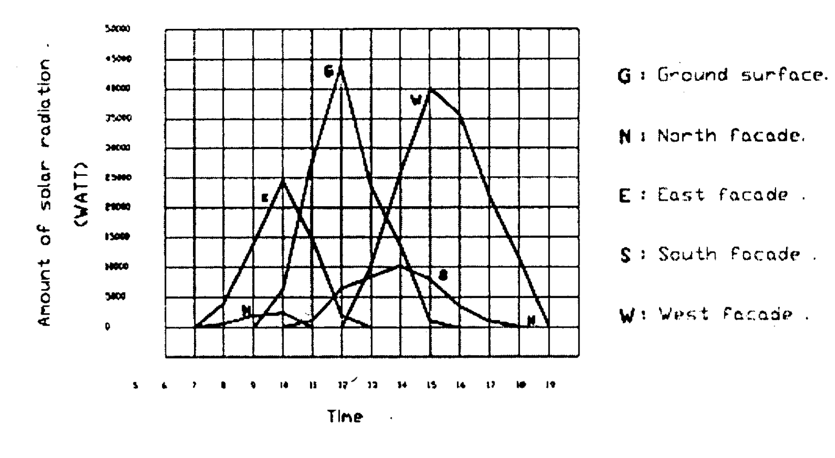
وبحساب كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة الأجزاء المعرضة للشمس بالفناء فقد وجد أن أرضية الفناء تستقبل أكبر كمية من الإشعاع الشمسى الساعة ١٢,٠٠ ظهراً، وأن الواجهة الشرقية تستقبل أكبر كمية من الإشعاع الشمسى الساعة ٩,٠٠ صباحاً وذلك خلال يوم ٢١ يونيه، أنظر الرسم البيانى شكل (٤٧)، أما خلال يوم ٢١ ديسمبر فقد وُجد أن الواجهة الجنوبية تستقبل أكبر كمية من الإشعاع الشمسى الساعة ١٢,٠٠ ظهراً، أنظر الرسم البيانى، شكل (٤٨).



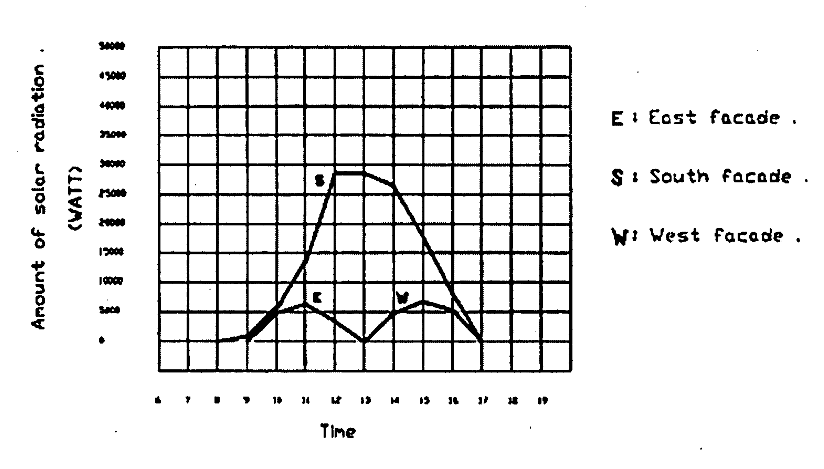
شكل (٣٧) حركة الشمس والمساحات المعرضة للشمس والمظللة بفناء منزل زينب خاتون يوم ٢١ يونية (بفرض عدم وجود بروزات).



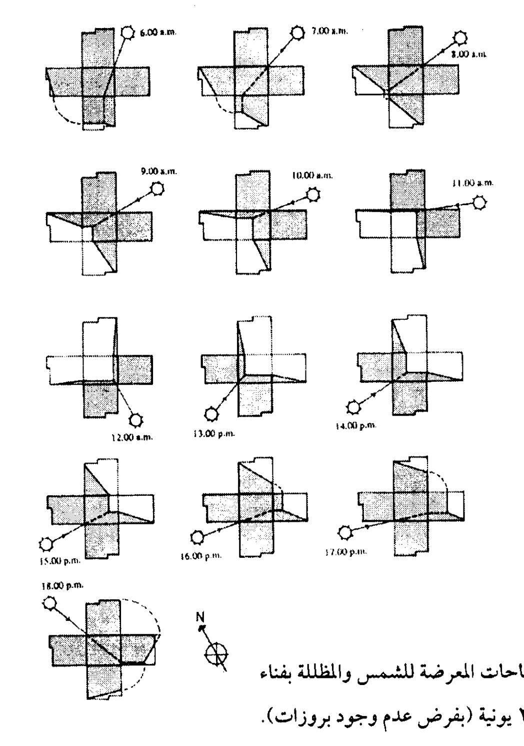
شكل (٣٨) حركة الشمس والمساحات المعرضة للشمس والمظللة بفناء منزل زينب خاتون يوم ٢١ ديسمبر (بفرض عدم وجود بروزات).



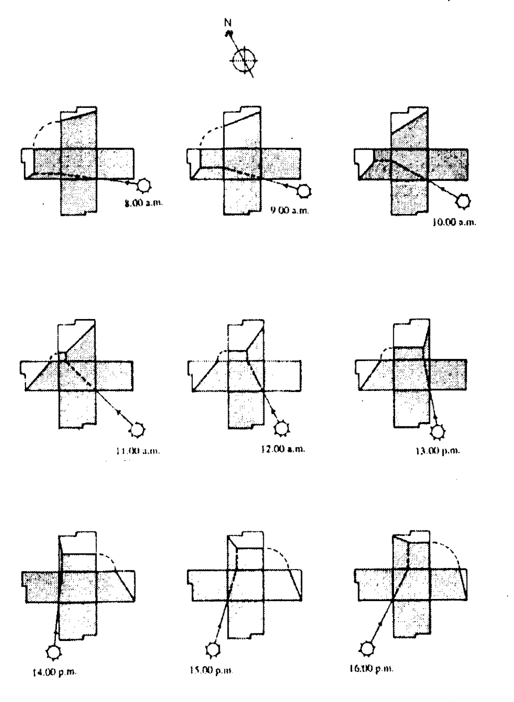
شكل (٣٩) كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة أرضية وواجهات
فناء منزل زينب خاتون يوم ٢١ يونية.



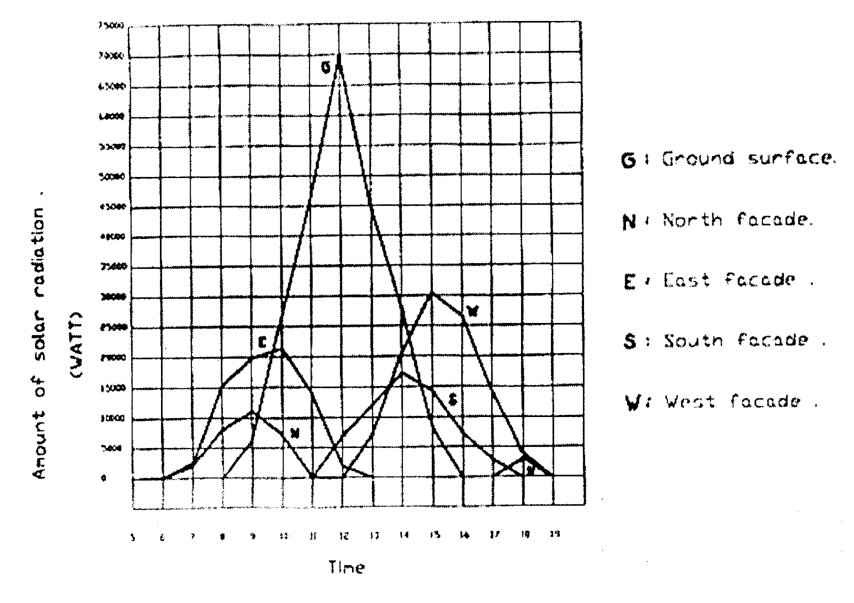
شكل (٤٠) كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة أرضية وواجهات
فناء منزل زينب خاتون يوم ٢١ ديسمبر.



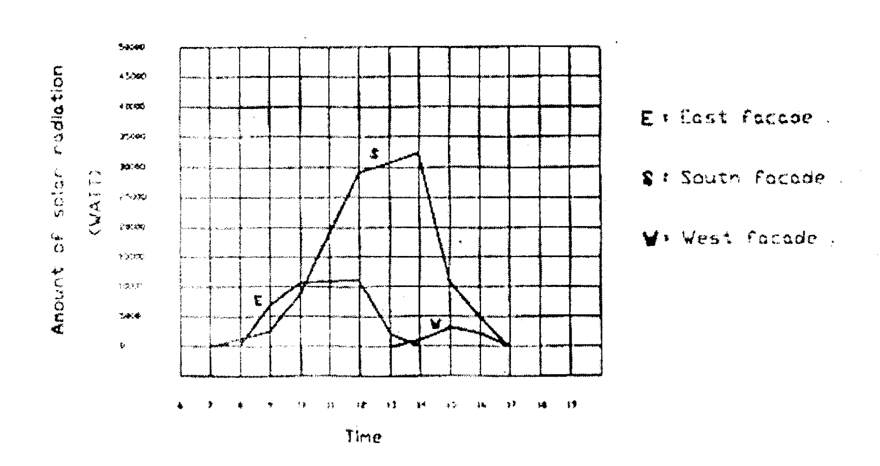
شكل (٤١) حركة الشمس والمساحات المعرضة للشمس والمظللة بفناء منزل جمال الدين الذهبى يوم ٢١ يونية (بفرض عدم وجود بروزات).



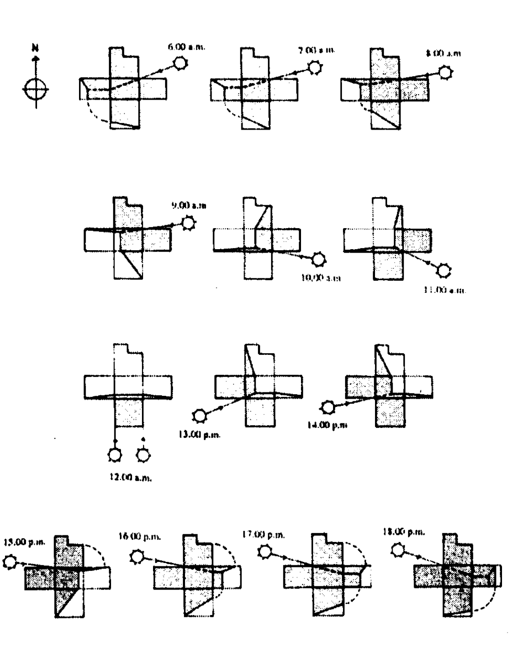
شكل (٤٢) حركة الشمس والمساحات المعرضة للشمس والمظللة بفناء منزل جمال الدين الذهبى يوم ٢١ ديسمبر (بفرض عدم وجود بروزات).



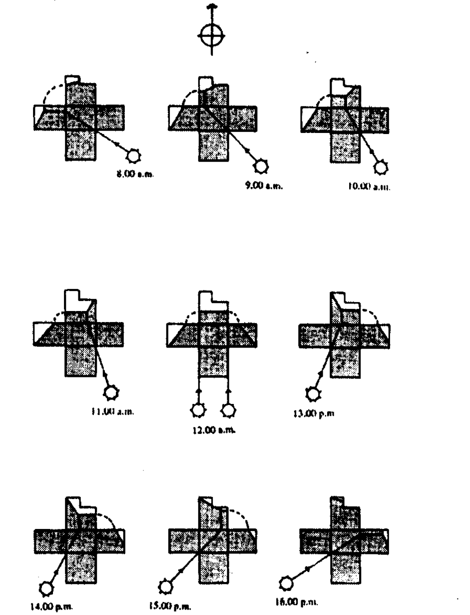
شكل (٤٣)·كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة أرضية وواجهات فناء منزل جمال الدين الذهبى يوم ٢١ يونية.



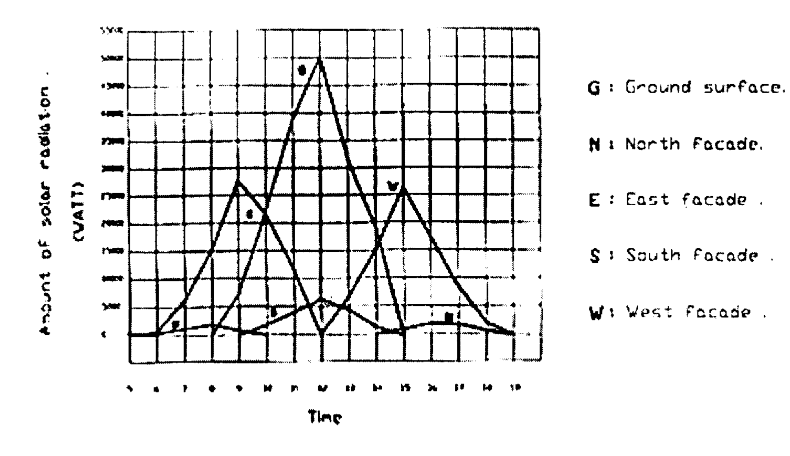
شكل (٤٤) كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة أرضية وواجهات فناء منزل جمال الدين الذهبى يوم ٢١ ديسمبر.



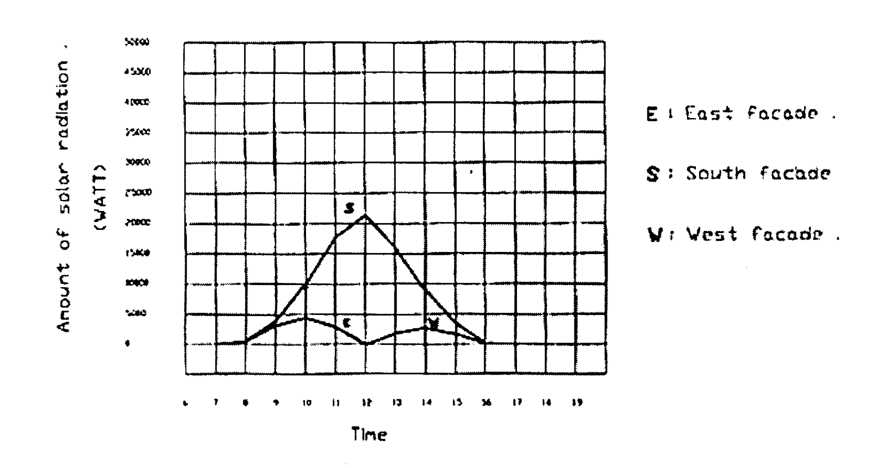
شكل (٤٥) حركة الشمس والمساحات المعرضة للشمس والمظللة بفناء منزل السنارى يوم ٢١ يونية (بفرض عدم وجود بروزات).



شكل (٤٦) حركة الشمس والمساحات المعرضة للشمس والمظللة بفناء منزل السنارى يوم ٢١ ديسمبر (بفرض عدم وجود بروزات).



شكل (٤٧) كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة أرضية وواجهات
فناء منزل السنارى يوم ٢١ يونية.



شكل (٤٨) كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة أرضية وواجهات
فناء منزل السنارى يوم ٢١ ديسمبر.

❖ ونظراً لتحقيق دقة المقارنة بين الأداء الحرارى للأفنية الثلاثة فلقد تمت المقارنة على أساس كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة صيفاً وشتاءً ولم نعتمد فى المقارنة على كميات الظلال، وحيث أن الأفنية الثلاثة تختلف من حيث المساحة والحجم والتوجيه ونسب الأبعاد الهندسية وارتفاع الواجهات فقد تم تحديد واستخدام متوسط كمية الإشعاع الشمسى المستقبلة على وحدة المساحات كمقياس للتفضيل بين الأفنية الثلاثة خلال يومى ٢١ يونيه و٢١ ديسمبر، أنظر جدول رقم (٢). ويتضح من جدول المقارنة ما يلى:

١ ـ تستقبل أرضية فناء زينب خاتون أقل كمية من الإشعاع الشمسى (لوحدة المساحات) يوم ٢١ يونيه، مع ملاحظة أن هذا الفناء يتمتع بأكبر درجة احتواء مقارنة مع الفنائيْن الآخريْن.

٢ ـ تستقبل الواجهات الشرقية والجنوبية والغربية لفناء جمال الدين الذهبى أقل كمية من الإشعاع الشمسى (لوحدة المساحات) يوم ٢١ يونيه وربما يرجع ذلك لاحتوائها على أكبر نسبة بروزات مقارنة بالفنائيْن الآخرين، فى حين أنها تستقبل أيضاً أكبر كمية من الإشعاع الشمسى (لوحدة المساحات) يوم ٢١ ديسمبر، وهذا يرجع أن تصميم البروزات تم دراستها وتنفيذها بمقاسات تعطى أقل كمية ظلال شتاءً وأكبر كمية ظلال صيفاً.

٣ ـ إذا أخذنا فى الاعتبار الكمية الكلية للإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة الأرضيات والواجهات (ما عدا الواجهة البحرية) لكل فناء فإننا نجد أن فناء منزل زينب خاتون يستقبل أقل كمية من الإشعاع الشمسى يوم ٢١ يونيه، مما ينبه على وجود علاقة بين ازدياد درجة احتواء الفناء وتحسن الأداء الحرارى له صيفاً، كما وُجد أيضاً أن فناء جمال الدين الذهبى يستقبل أكبر كمية من الإشعاع الشمسى شتاءً.

جدول رقم (٢): متوسط كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة أسطح الأفنية الثلاثة/ وحدة المساحات. (وات).

عنصر المقارنة / اسم الفناء	زينب خاتون		جمال الدين الذهبى		إبراهيم كتخدا السنارى	
متوسط كميات الإشعاع الشمسى/ وحدة المساحات	٢١ يونيه	٢١ ديسمبر	٢١ يونيه	٢١ ديسمبر	٢١ يونيه	٢١ ديسمبر
أرضية الفناء	١٤٤٥,٧٦	----	١٩٦٥,٠٣	----	٢٠٦٠,٣٩	----
الواجهة البحرية	٥٠,٦٦	----	٢٢١,٥٥	----	٨٨,٨٨	----
الواجهة الشرقية	٦٢٥,٦٢	١٥٢,٦٦	٦٠٨,٠٨	٣٦٤,٠٣	٩٣١,١٠	١٢٥,١٩
الواجهة الجنوبية	٢٧٣,٤٨	٨٩٧,٨٠	٣٧٢,٧٨	٨٤٣,٦٩	١٩١,٧٥	٨٧٢,٣٨
الواجهة الغربية	١٠٩٥,٧٢	١٢٧,٣٧	٨٧٩,٧٠	٥٥,١٥	٩٧٨,٦٤	٨٧,٠٩
كمية الإشعاع الكلية (بدون الواجهة البحرية)	٣٤٤٠,٤٩	١١٧٧,٨٣	٣٨٢٥,٥٩	١٢٦٢,٨٧	٤٢٥٠,٧٦	١٠٨٤,٦٦
مجموع ما تستقبله الواجهات (بدون الواجهة البحرية)	١٩٩٤,٦٥	١١٧٧,٨٣	١٨٦٠,٥٦	١٢٦٢,٨٧	٢١٠١,٤٩	١٠٨٤,٦٦

٢.٢.٢ . دراسة الظلال وكميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة فتحات الأفنية الثلاثة:

نظراً لأن فتحات أى مبنى (أو فناء) تعتبر أضعف وأسهل الأجزاء لدخول الإشعاع الشمسى منه مما يؤثر مباشرة على الراحة الحرارية للفراغات الداخلية بعكس الحوائط والتى يمكن أن يؤثر سمكها ولونها ومادتها على تأخير الإحساس بتأثير الإشعاع الشمسى على الراحة الحرارية بالفراغات الداخلية، لذلك وجدنا أنه من اللازم عمل دراسة لحساب كميات الظلال وكذلك الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة فتحات الأفنية الثلاثة.

١.٢.٢.٢ . نتائج تعرض فتحات فناء منزل زينب خاتون:

يتضح من جدول رقم (٣) حساب النسبة المئوية للفتحات بكل واجهة ونسبة تظليلها يومى ٢١ يونيه و٢١ ديسمبر، ويلاحظ من هذا الجدول ما يلى:

١ - أن الواجهة البحرية تحتوى على أكبر نسبة مئوية من الفتحات وكذلك على أكبر نسبة مئوية لتظليل هذه الفتحات سواءً صيفاً أو شتاءً.

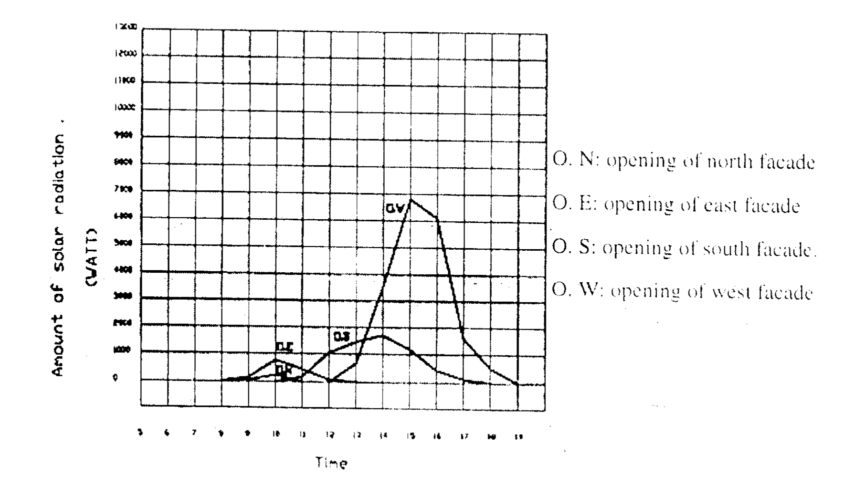
٢ - بالرغم من أن الواجهة الشرقية تحتوى على أقل نسبة مئوية للفتحات فقد وجد أن النسبة المئوية لتظليل الفتحات بالواجهة الجنوبية أو الغربية تكون أكبر يوم ٢١ يونيه، مما ينبه على أهمية عدم الاكتفاء فقط بإيجاد نسبة معينة للفتحات بالواجهة ولكن يجب دراسة النسبة المئوية لتظليلها على مدار اليوم صيفاً.

٣ - فتحات الواجهة الجنوبية تتعرض لأقل نسبة مئوية للظلال يوم ٢١ ديسمبر.

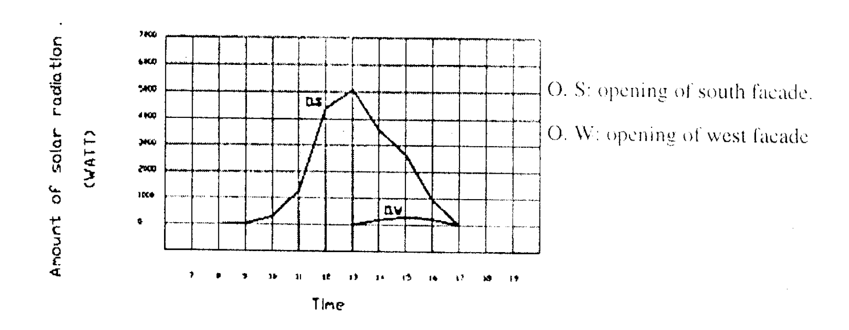
وبحساب كميات الإشعاع الشمسى المباشر المستقبلة بواسطة الفتحات فقد وجد أن فتحات الواجهة الغربية تستقبل أكبر كمية من الإشعاع الشمسى يوم ٢١ يونيه، أنظر الرسم البيانى شكل (٤٩)، كما أن فتحات الواجهة الجنوبية تستقبل أكبر كمية من الإشعاع الشمسى يوم ٢١ ديسمبر، أنظر الرسم البيانى شكل (٥٠).

جدول رقم (٣): دراسة لفتحات فناء زينب خاتون

واجهة الفناء / المساحة	الواجهة البحرية	الواجهة الشرقية	الواجهة الجنوبية	الواجهة الغربية
مساحة الواجهة (م٢)	١٠٦,٩٦	٩٤,٩٢	١٣٣,٨٤	١٣٣,٥٦
مساحة الفتحات (م٢)	٣٣,٠٠	٢,٦٨	٣١,٨٧	٢٦,٨٤
مساحة الفتحات ٪	٣٠,٨٥	٢,٨٢	٢٣,٣٨	٢٠,٠٠
مساحة الأجزاء المظللة من الفتحات ٪ (يوم ٢١ يونيه)	٩٨,٩٣	٧٥,٥٣	٧٧,١٢	٨٠,٣٩
مساحة الأجزاء المظللة من الفتحات ٪ (يوم ٢١ ديسمبر)	١٠٠	١٠٠	٨١,٢٠	٩٧,٥٤



شكل (٤٩) كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة فتحات واجهات
فناء منزل زينب خاتون يوم ٢١ يونية.



شكل (٥٠) كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة فتحات واجهات
فناء منزل زينب خاتون يوم ٢١ ديسمبر.

٢.٢.٢.٢. نتائج تعرض فتحات فناء جمال الدين الذهبى:

يتضح من جدول رقم (٤) حساب النسبة المئوية للفتحات بكل واجهة والنسبة المئوية لتظليلها يومى ٢١ يونيه و٢١ ديسمبر، ويلاحظ من هذا الجدول ما يلى:

١ ـ أن الواجهة البحرية تحتوى على أكبر نسبة مئوية من الفتحات وكذلك على أكبر نسبة مئوية لتظليل هذه الفتحات صيفاً وشتاءً.

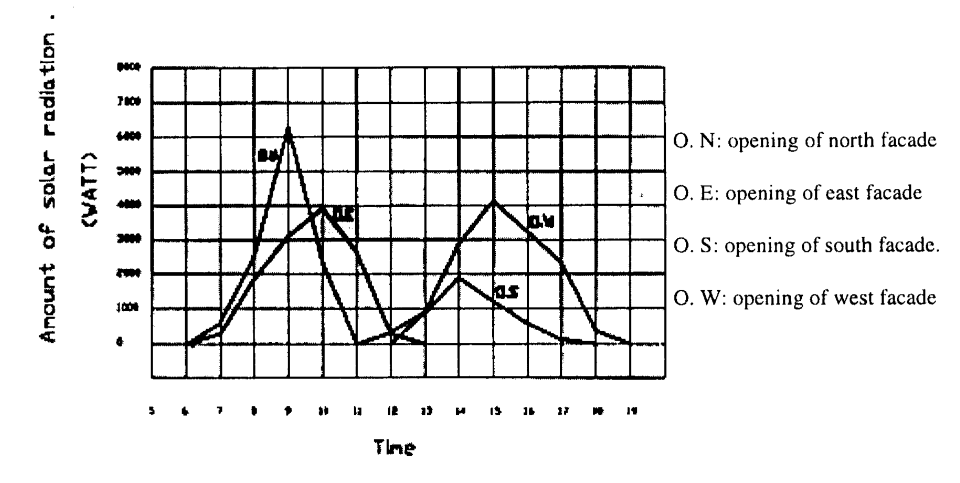
٢ ـ بالرغم من أن نسبة الفتحات بالواجهة الشرقية أقل من نسبة الفتحات بالواجهة الغربية ولكننا نلاحظ أن النسبة المئوية لتظليل الفتحات بالواجهة الغربية أكبر خلال يوم ٢١ يونيه.

٣ ـ تحتوى الواجهة الجنوبية على أقل نسبة فتحات وكذلك على أقل نسبة مئوية للتظليل خلال يوم ٢١ ديسمبر.

وبحساب كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة الفتحات فقد وجد أن فتحات الواجهة الغربية تستقبل أكبر كمية من الإشعاع الشمسى يوم ٢١ يونيه، أنظر الرسم البيانى شكل (٥١)، كما أن فتحات الواجهة الجنوبية تستقبل أكبر كمية من الإشعاع الشمسى يوم ٢١ ديسمبر، أنظر الرسم البيانى شكل (٥٢).

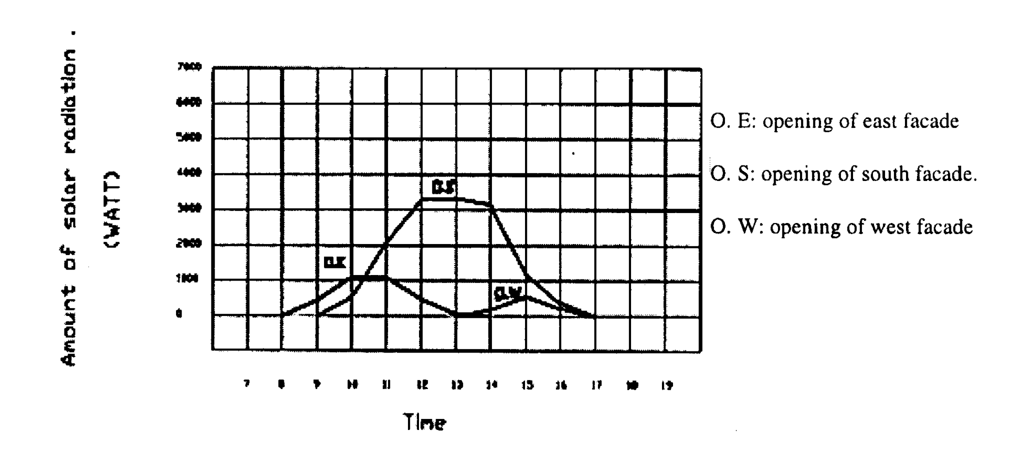
جدول رقم (٤): دراسة فتحات فناء جمال الدين الذهبى

واجهة الفناء / المساحة	الواجهة البحرية	الواجهة الشرقية	الواجهة الجنوبية	الواجهة الغربية
مساحة الواجهة (م٢)	١٤٧,٢٣	١٢٠,٧٧	١٦٥,٩١	١١٨,٠٤
مساحة الفتحات (م٢)	٦٩,٧١	١٩,٩٥	١٩,٣٦	٢١,٣٥
مساحة الفتحات ٪	٤٧,٣٤	١٦,٥١	١١,٦٦	١٨,٠٨
مساحة الأجزاء المظللة من الفتحات ٪ (يوم ٢١ يونيه)	٩١,١٩	٧٨,١٩	٨٥,٩٠	٨٢,٦٩
مساحة الأجزاء المظللة من الفتحات ٪ (يوم ٢١ ديسمبر)	١٠٠	٩٢,٩٨	٧٥,٧٩	٩١,٢٣



شكل (٥١) كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة فتحات واجهات

فناء منزل جمال الدين الذهبى يوم ٢١ يونية.



شكل (٥٢) كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة فتحات واجهات

فناء منزل جمال الدين الذهبى يوم ٢١ ديسمبر.

٢.٢.٢.٣. نتائج تعرض فتحات فناء السنارى:

يتضح من جدول رقم (٥) حساب النسبة المئوية للفتحات بكل واجهة والنسبة المئوية لتظليلها يومى ٢١ يونيه و٢١ ديسمبر، ويلاحظ من هذا الجدول ما يلى:

١ ـ أن الواجهة البحرية تحتوى على أكبر نسبة مئوية من الفتحات وكذلك على أكبر نسبة مئوية لتظليل هذه الفتحات صيفاً وشتاءً.

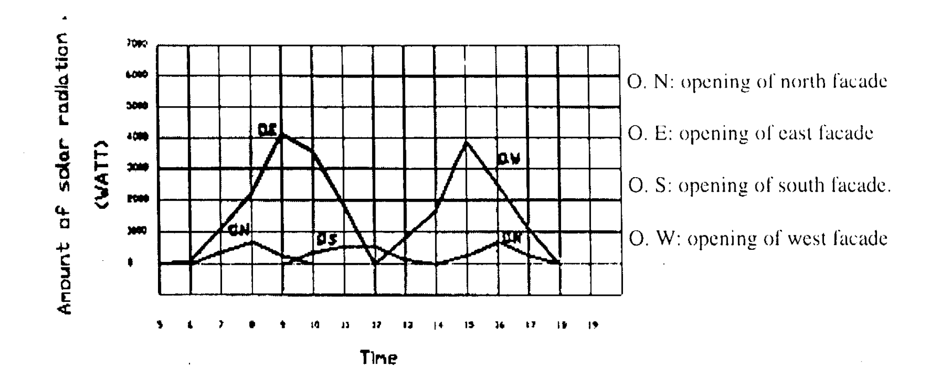
٢ ـ بالرغم من أن نسبة الفتحات بالواجهة الشرقية أقل من نسبة الفتحات بالواجهة الغربية ولكننا نلاحظ أن النسبة المئوية لتظليل الفتحات بالواجهة الغربية أكبر خلال يوم ٢١ يونيه.

٣ ـ تحتوى الواجهة الجنوبية على أقل نسبة فتحات وكذلك على أقل نسبة مئوية للتظليل خلال يوم ٢١ ديسمبر.

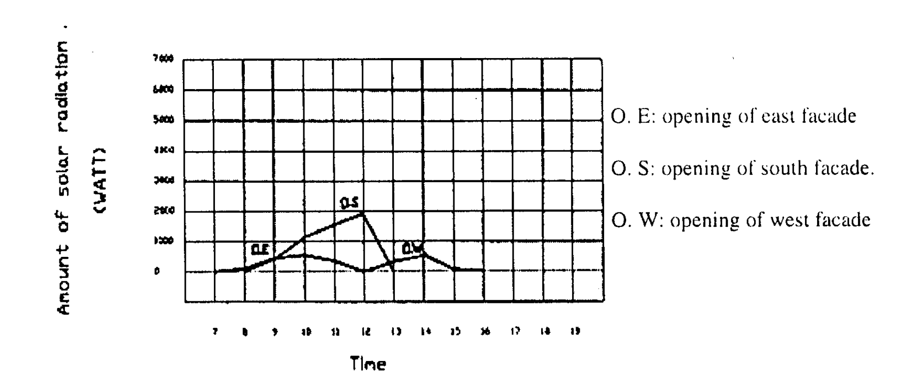
وبحساب كميات الإشعاع المستقبلة بواسطة الفتحات فقد وجد أن فتحات الواجهة الشرقية تستقبل أكبر كمية من الإشعاع الشمسى يوم ٢١ يونيه، أنظر الرسم البيانى شكل (٥٣)، كما أن فتحات الواجهة الجنوبية تستقبل أكبر كمية من الإشعاع الشمسى يوم ٢١ ديسمبر، أنظر الرسم البيانى شكل (٥٤).

جدول رقم (٥): دراسة فتحات فناء السنارى

واجهة الفناء / المساحة	الواجهة البحرية	الواجهة الشرقية	الواجهة الجنوبية	الواجهة الغربية
مساحة الواجهة (م٢)	١٠٦,٢٦	٨٩,٥١	٩٤,٥٦	٧٨,٤٩
مساحة الفتحات (م٢)	٥٥,٥٠	١٦,١٧	١٦,٠٠	١٨,٣٢
مساحة الفتحات ٪	٥٢,٢٣	١٨,٠٦	١٦,٩٢	٢٣,٣٤
مساحة الأجزاء المظللة من الفتحات ٪ (يوم ٢١ يونيه)	٨٧,٠١	٦٨,٢٤	٨٦,٥٢	٩٠,١٣
مساحة الأجزاء المظللة من الفتحات ٪ (يوم ٢١ ديسمبر)	١٠٠	٩١,٧٥	٨٩,٢٠	٩٦,٦٤



شكل (٥٣) كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة فتحات واجهات
فناء منزل السنارى يوم ٢١ يونية.



شكل (٥٤) كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة فتحات واجهات
فناء منزل السنارى يوم ٢١ ديسمبر.

❖ وللمقارنة بين كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة فتحات الأفنية الثلاثة فقد تم تحديد واستخدام متوسط كمية الإشعاع الشمسى المستقبلة على وحدة المساحات كمقياس للتفضيل بين فتحات الأفنية الثلاثة يومى ٢١ يونيه و٢١ ديسمبر، أنظر جدول رقم (٦).

ويتضح من جدول المقارنة ما يلى:

١ ـ تستقبل فتحات الواجهات الشرقية والجنوبية والغربية بكل من فنائى السنارى وزينب خاتون أقل كمية من الإشعاع الشمسى (لوحدة المساحات) يوم ٢١ يونيه.

٢ ـ تستقبل فتحات الواجهات الشرقية والجنوبية والغربية بفناء جمال الدين الذهبى أكبر كمية من الإشعاع الشمسى (لوحدة المساحات) يوم ٢١ ديسمبر.

٣ ـ إذا أخذنا فى الاعتبار الكمية الكلية من الإشعاع المستقبلة بواسطة جميع الفتحات فإننا نجد أن فتحات فناء زينب خاتون تستقبل أقل كمية (لوحدة المساحات) يوم ٢١ يونيه.

جدول رقم (٦): متوسط كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة فتحات الأفنية الثلاثة/ وحدة المساحات. (وات).

عنصر المقارنة / اسم الفناء	زينب خاتون		جمال الدين الذهبى		إبراهيم كتخدا السنارى	
متوسط كميات الإشعاع الشمسى/ وحدة المساحات	٢١ يونيه	٢١ ديسمبر	٢١ يونيه	٢١ ديسمبر	٢١ يونيه	٢١ ديسمبر
الواجهة البحرية	٨,١٧	----	١٠٨,٩٩	----	٤٨,١٨	----
الواجهة الشرقية	٥٤٨,٤٧	----	٦٠٧,٦٨	١٦٢,١٩	٨٠٦,٧٧	٩٣,٨٤
الواجهة الجنوبية	١٩٥,٤٠	٥٧٨,١٨	٢٦٣,٩٢	٧٢٥,٦٧	١٠١,٦٠	٣١٨,٧٠
الواجهة الغربية	٧٢٠,١٠	٢٨,٢٦	٦٥٣,١٩	٤٨,٩١	٥٥١,١٢	٧٠,٥٥
مجموع ما تستقبله الواجهات الشرقية والجنوبية والغربية	١٤٦٣,٩٧	٦٠٦,٤٤	١٥٢٤,٧٩	٩٦٣,٧٧	١٤٥٩,٦٦	٤٨٣,٠٩
كمية الإشعاع الكلى	١٤٧٢,١٤	٦٠٦,٤٤	١٦٩٣,٧٨	٩٦٣,٧٧	١٥٠٧,٦٧	٤٨٣,٠٩

٢ . ٣ . أسس تصميم واجهات وفتحات الأفنية الثلاث*:

٢ - ٣ - ١ الواجهات البحرية:

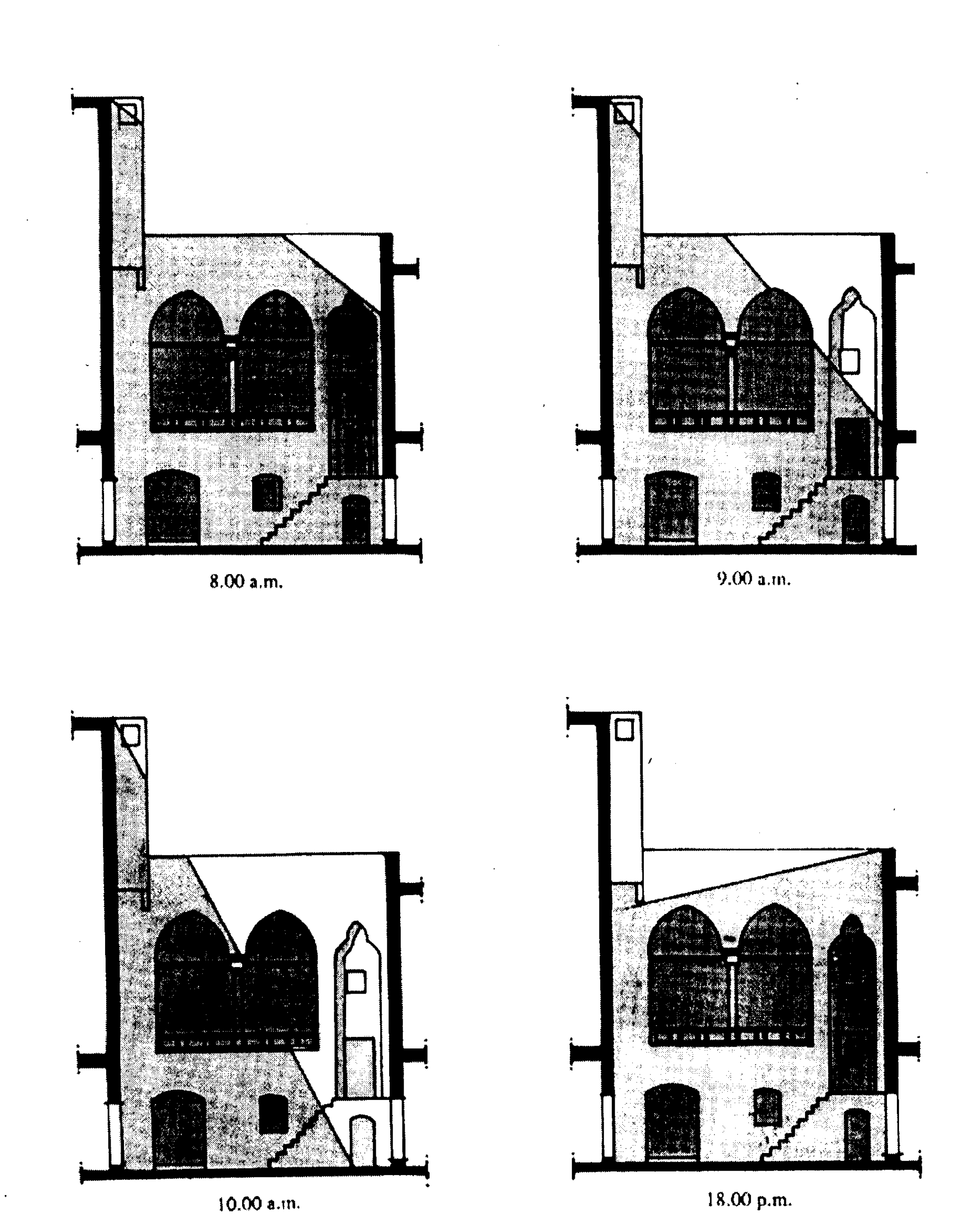
❖ يلاحظ من الحسابات أن **الواجهة البحرية لفناء زينب خاتون** تستقبل أقل كمية من الإشعاع الشمسى يوم ٢١ يونيه (صيفاً)، لذلك فلقد تم وضع المقعد الصيفى ومدخله بهذه الواجهة لتمتعها بالظلال أغلب ساعات النهار، كما يلاحظ أن المدخل الرئيسى للفناء تم وضعه بالدور الأرضى بالجهة اليسرى من الواجهة وهو اختيار موفق حيث يتمتع بالظلال طوال ساعات النهار صيفاً، شكل (٥٥).

❖ أما بالنسبة **للواجهة البحرية لفناء جمال الدين الذهبى**، فقد لوحظ أنها تستقبل أيضاً أقل كمية من الإشعاع الشمسى يوم ٢١ يونيه (صيفاً)، لذلك فلقد تم وضع المقعد الصيفى بهذه الواجهة ولكن مدخل المقعد فقد تم اختياره بالواجهة الشرقية، كما تم وضع المدخل الرئيسى للفناء بالدور الأرضى بالجهة اليسرى من الواجهة مما أدى لعدم تعرضه لأشعة الشمس طوال ساعات النهار صيفاً، كما يلاحظ وجود بروز أفقى أعلى عقدى المقعد ساعد على زيادة الظلال على الواجهة البحرية، شكل (٥٦)، وكذلك على أرضية الفناء الساعة ١٢,٠٠ ظهراً.

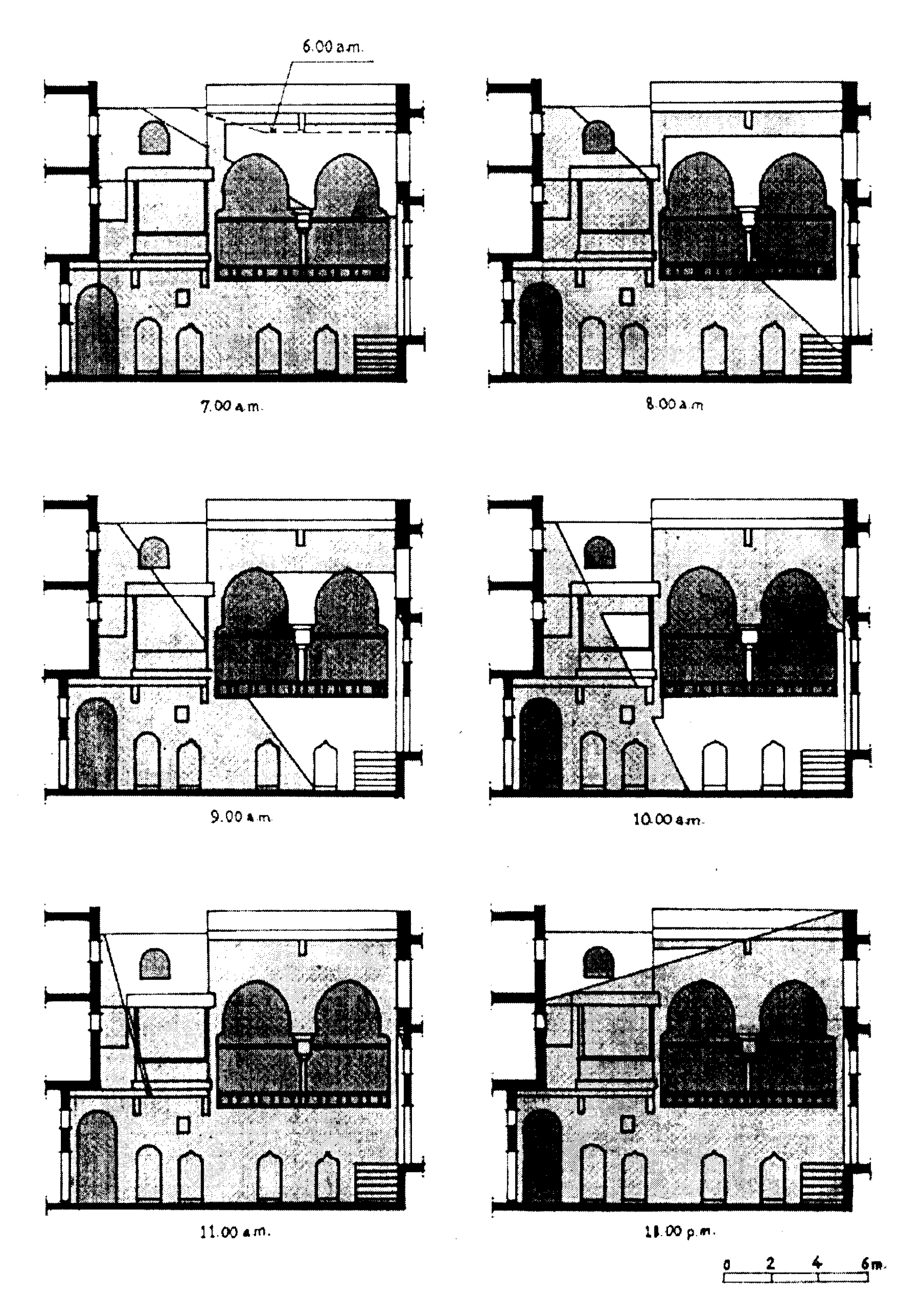
❖ وبالنسبة **للواجهة البحرية لفناء منزل السنارى** فقد تم اختيار المقعد الصيفى بها بالدور الأول كما تم اختيار المدخل الموصل إليه بهذه الواجهة أيضاً، كما تم وضع التختبوش بالدور الأرضى وذلك لأنها تستقبل أقل كمية من الإشعاع الشمسى صيفاً، شكل (٥٧)، ويلاحظ أن المدخل الرئيسى الفناء لم يتم وضعه فى هذه الواجهة كما رأينا فى الفنائيْن الآخرين بل تم وضعه فى الواجهة الجنوبية.

---

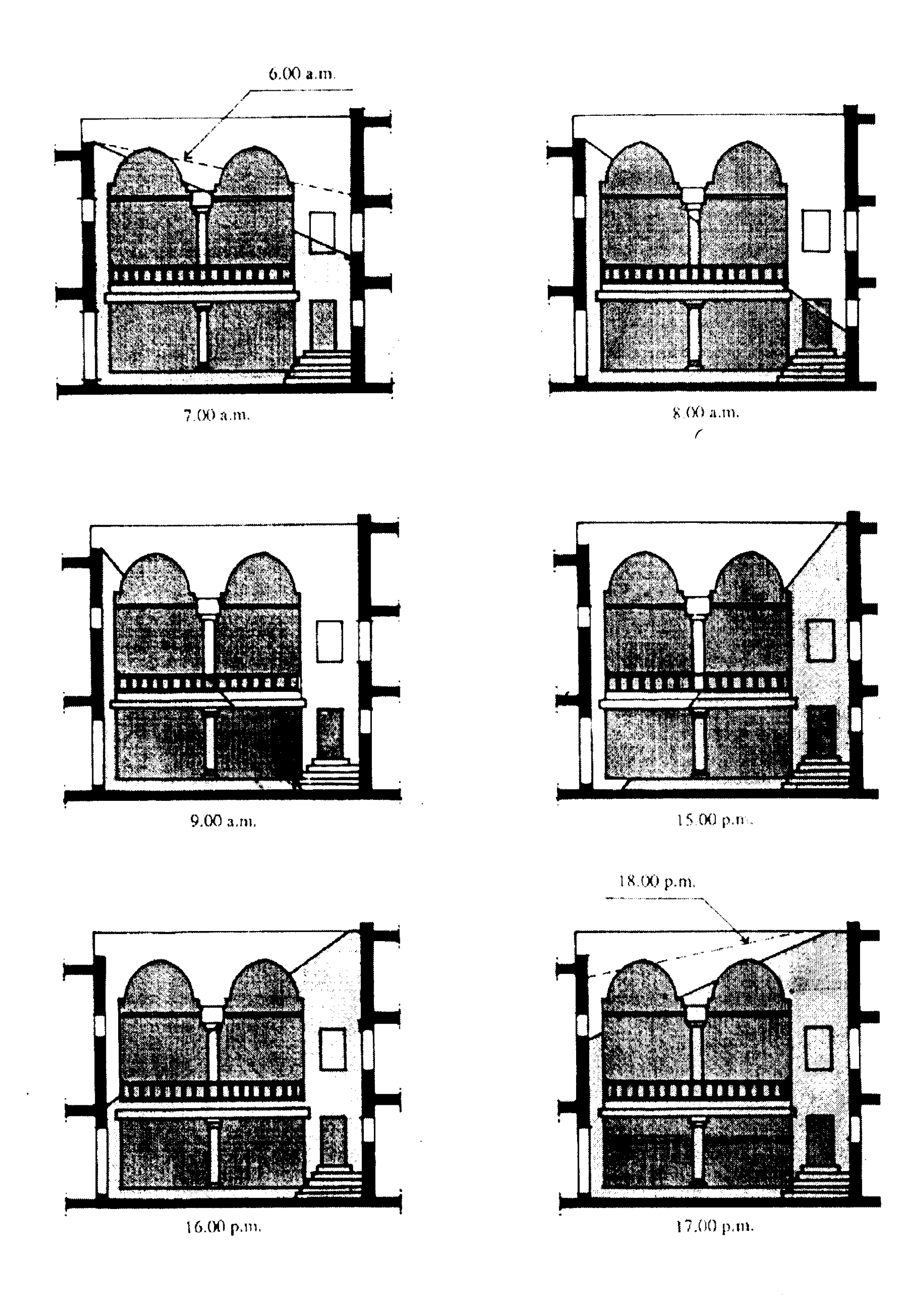
* انظر الصور الفوتوغرافية الملحقة بنهاية الكتاب.



شكل (٥٥) المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة البحرية لفناء منزل زينب خاتون يوم ٢١ يونية.



شكل (٥٦) المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة البحرية لفناء منزل جمال الدين الذهبي يوم ٢١ يونية.



شكل (٥٧) المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة البحرية لفناء منزل السنارى يوم ٢١ يونية.

٢.٣.٢. الواجهات الشرقية:

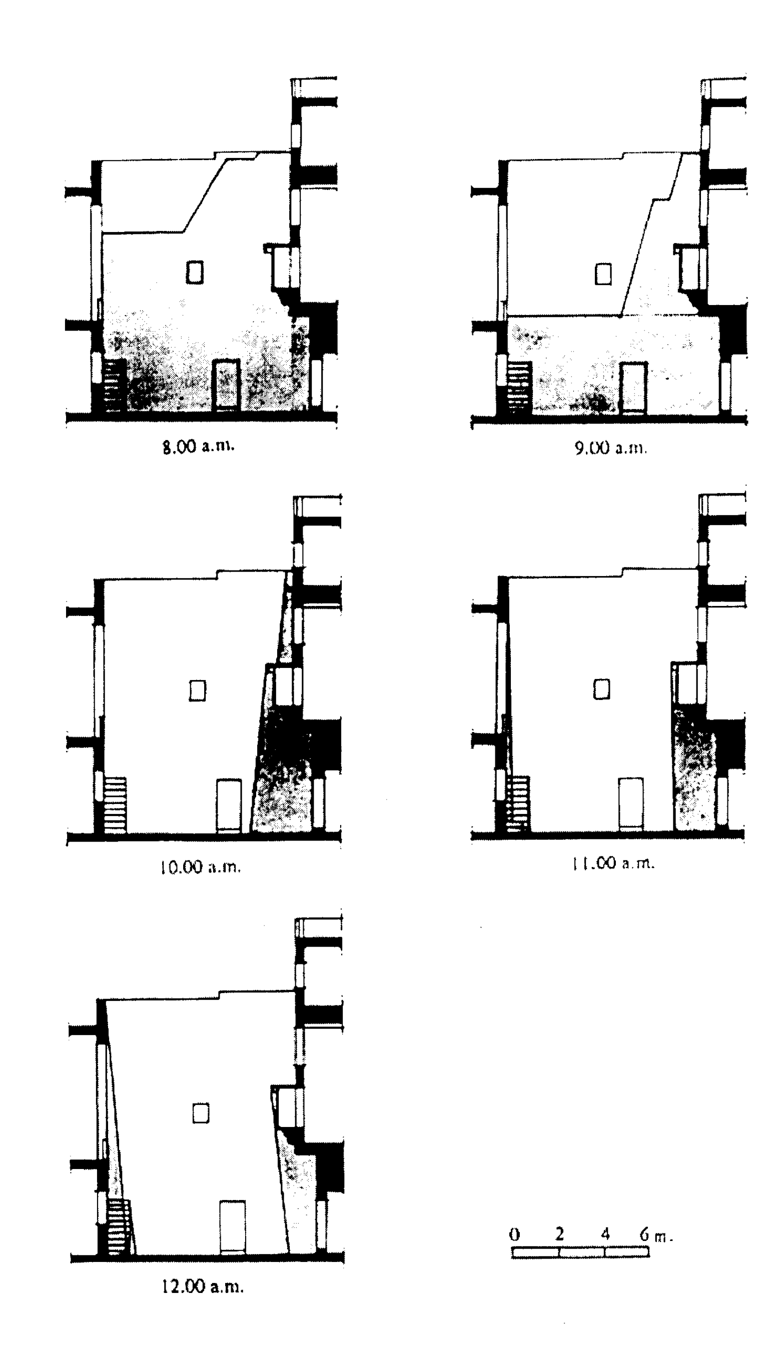
❖ يلاحظ بالنسبة **للواجهة الشرقية لفناء زينب خاتون** أنها تحتوى على باب بالدور الأرضى وشباك صغير بالدور الأول، وقد أدى اختيارهما فى منتصف الواجهة تقريباً إلى تعرضهما للإشعاع الشمسى يوم ٢١ يونيه (الصيف) فى أغلب ساعات تعرض الواجهة للشمس، كما أنهما فى يوم ٢١ ديسمبر (الشتاء) فقد وقعا فى منطقة الظلال تماماً طوال اليوم مما حرم هذه الفتحات من التمتع بشمس الشتاء، أنظر شكلى (٥٨) و(٥٩)، كما يلاحظ أن المشربية الواقعة بالواجهة الجنوبية للفناء (والتى تظهر فى القطاع) قد قامت بإلقاء الظلال على الواجهة الشرقية بدءاً من الساعة العاشرة صباحاً وحتى الساعة الثانية عشر ظهراً مما ينبه إلى أن أسلوب وضع هذه المشربية فى الركن المجاور للواجهة الشرقية قد أتاح لها إلقاء الظلال عليها (أنظر أيضاً الواجهة الجنوبية لفناء زينب خاتون).

❖ أما بالنسبة **للواجهة الشرقية لفناء جمال الدين الذهبى** فيلاحظ منها أن اختيار المدخل المؤدى للمقعد الصيفى بالجهة اليسرى بالدور الأرضى قد أدى إلى تعرضه للإشعاع الشمسى بنسبة أكبر مما لو تم وضعه بالواجهة البحرية كما رأينا فى الفنائيْن الآخريْن، كما يلاحظ أنه يوجد برج بارز بالدور العلوى بالجهة اليمنى من الواجهة مما أدى لإلقائه كميات من الظلال طوال ساعات تعرض الواجهة صيفاً خاصة وأن اختيار مكانه كان موفقاً حيث تم وضعه فى عكس اتجاه سقوط الأشعة الشمسية على الواجهة، شكل (٦٠)، وقد تم وضع شباك واسع بالدور الأول للتمتع بالظلال التى يلقيها هذا البرج أغلب ساعات النهار، شكل (٦١ ـ أ)، ويلاحظ وجود شباك بالدور العلوى بنفس تصميم الشباك السابق ولكن بمقاسات أصغر، شكل (٦٢ ـ ب)، وذلك لأن هذا الشباك يتعرض للإشعاع الشمسى بنسبة أكبر، ولكن يلاحظ أن الشباكيْن يحتويان على ضلف خشبية مصمتة تماماً فى مستوى النظر حيث يمكن التحكم عن طريقها فى دخول أو منع أشعة الشمس للغرف الداخلية فى حين أن الجزء العلوى يحتوى على خرط خشبى واسع من نموذج (A2)، شكل (٦٣)، ونظراً لتعرض الأدوار العلوية للشمس بصورة أكبر فقد تم وضع مشربية صغيرة على يسار الشباك السابق، شكل (٦٢ ـ جـ)، مع استعمال خرط خشبى ضيق من نموذج (B2)، شكل (٦٣)، لكسره حدة الإشعاع الشمسى.

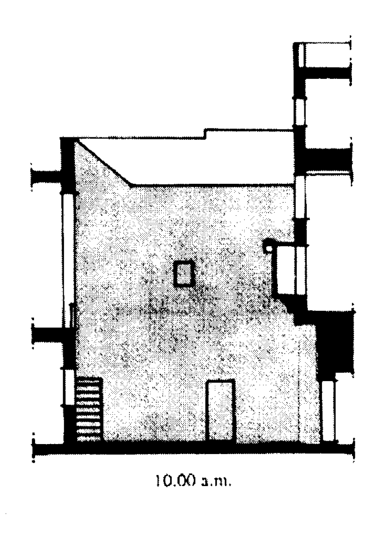
وبالنظر لشكل (٦١) والذى يوضح حالات تعرض الواجهة شتاءً فنجد أن المشربية السابقة قد بدأت فى إلقاء الظلال على الشباك الذى بجانبها بدءاً من الساعة الحادية عشر صباحاً

مما يقلل من كمية الإشعاع الشمسى والتى يمكن أن تدخل من هذا الشباك فى أيام الشتاء الباردة، مما ينبه على أهمية دراسة وضع علاقة الفتحات المتجاورة مع بعضها البعض لتحقيق التصميم الشمسى الواعى بالطاقة.

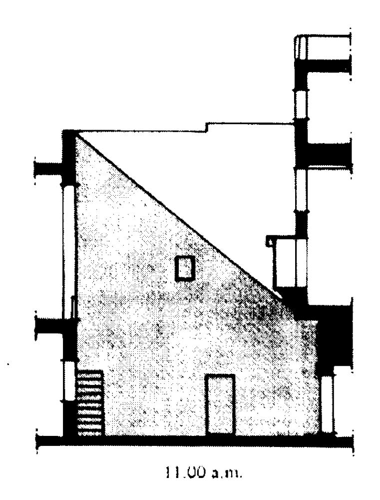
❖ **وفى فناء السنارى**، يلاحظ أنه توجد دخله غائرة إلى الخلف بالدور الأرضى بالجهة اليمنى من الواجهة وقد ساعدت على تظليل الفتحات التى بداخلها يوم ٢١ يونيه (الصيف)، شكل (٦٤)، كما يلاحظ أنه بالنسبة للشباكيْن المتجاوريْن بالدور العلوى من الواجهة وكذلك بالنسبة للشباك الذى تحتهما بالدور الأول، شكل (٦٦)، فقد تم استعمال الخرط الخشبى الضـــيق من النوع (A3)، شكل (٦٨)، نظراً لتعرضهما الكبير للشمس، أما بالنسبة لباقى شبابيك الواجهة، شكل (٦٧)، فقد تم استعمال الخرط الخشبى الواسع من النوع (C3)، شكل (٦٨)، نظراً لصغر مقاسات هذه الشبابيك وتواجدهما فوق مستوى نظر الواقف بداخل الغرف وبالأجزاء العلوية منها، فيتم استخدامهما بصفة أساسية للإضاءة والتهوية.



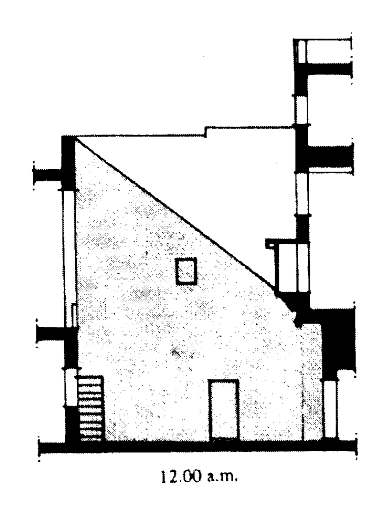
شكل (٥٨) المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة الشرقية لفناء منزل زينب خاتون يوم ٢١ يونية.



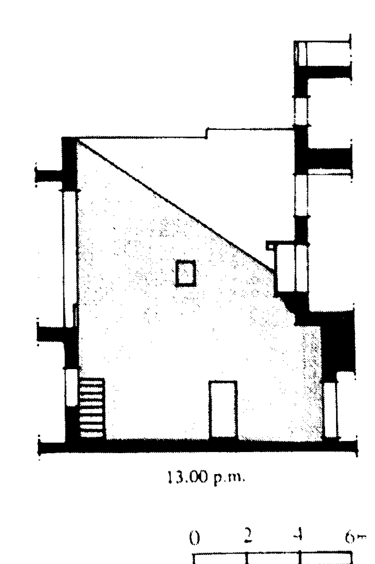
10.00 a.m.



11.00 a.m.



12.00 a.m.

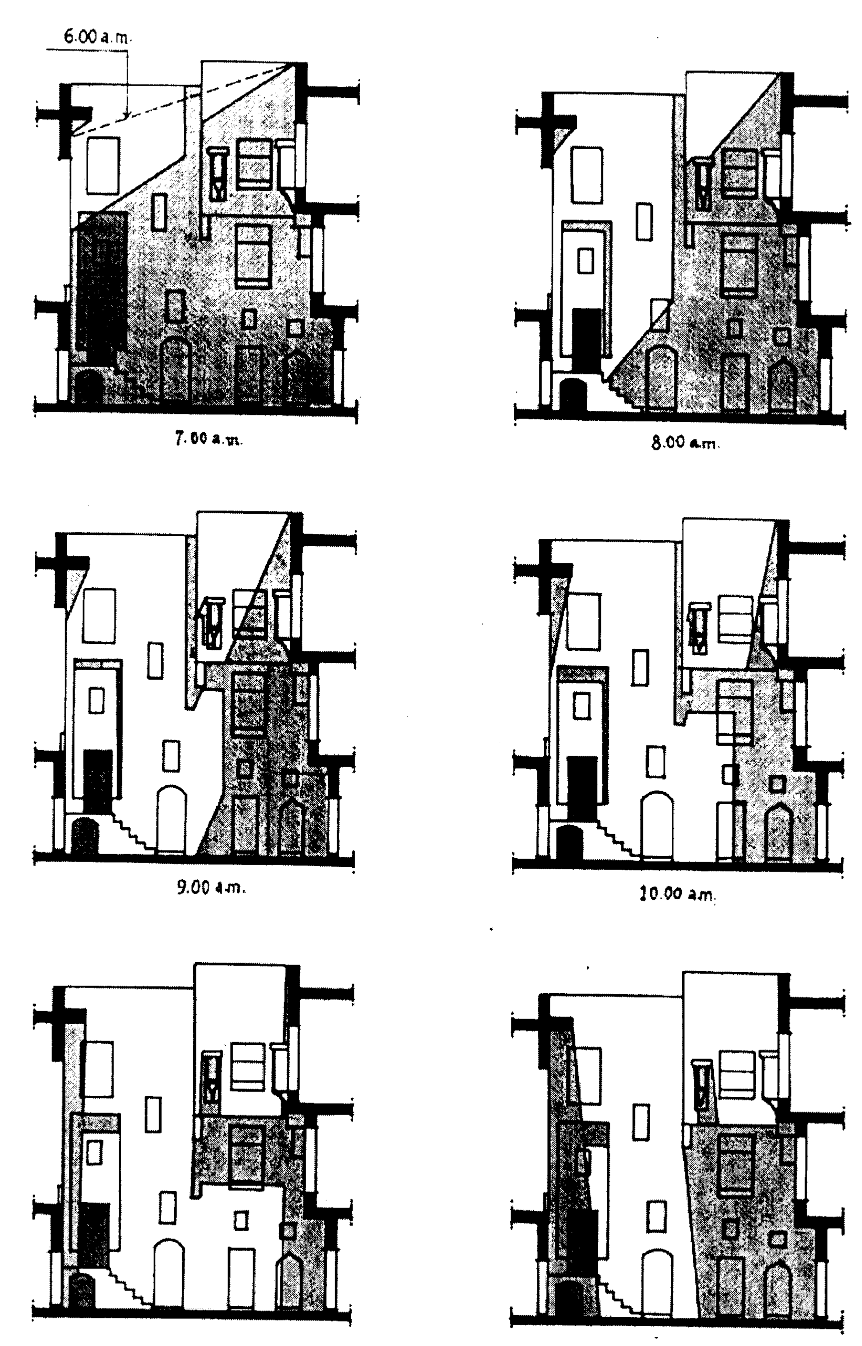


13.00 p.m.

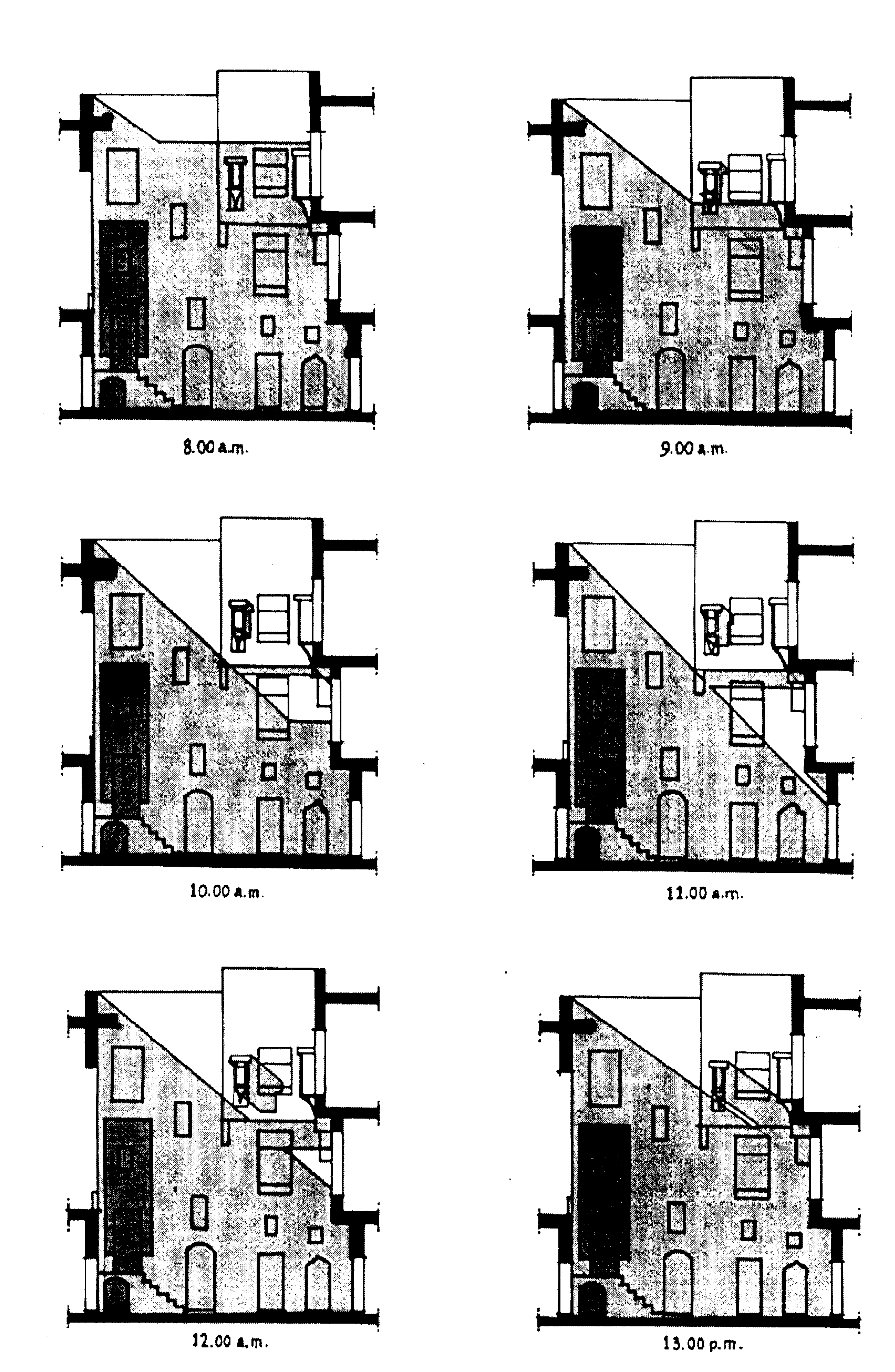
0 2 4 6m

شكل (٥٩) المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة الشرقية لفناء منزل زينب خاتون

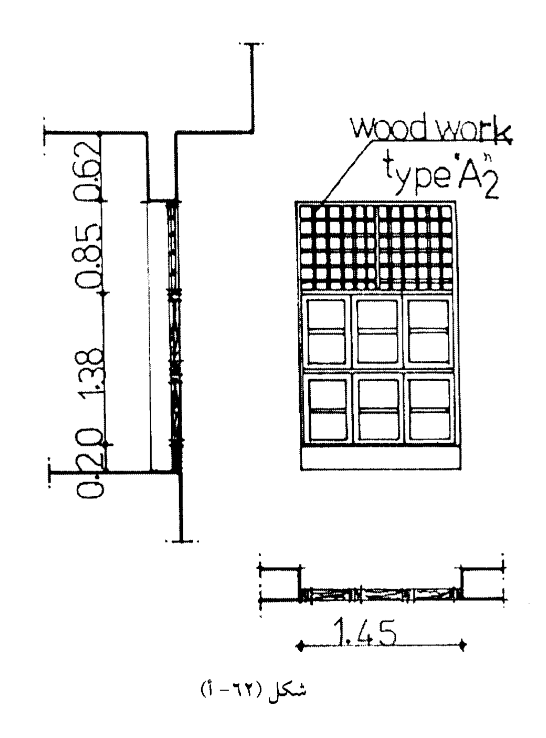
يوم ٢١ ديسمبر.



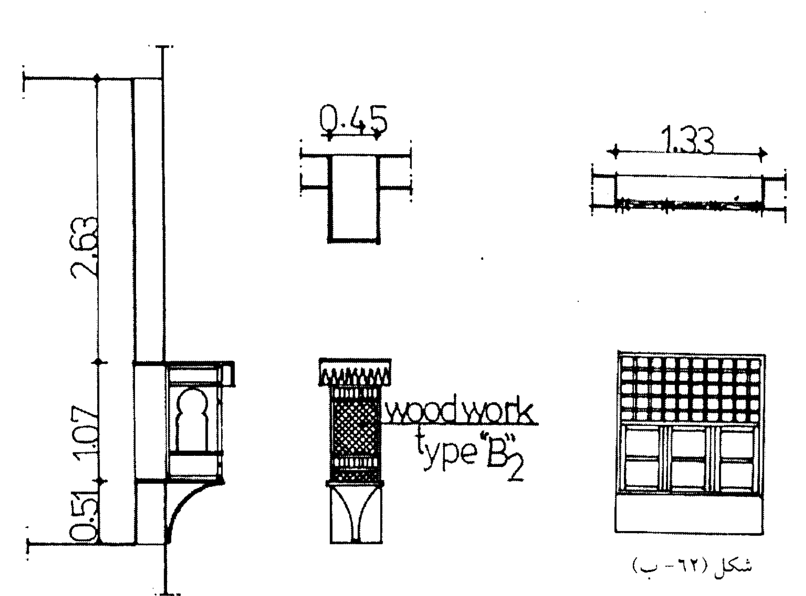
شكل (٦٠) المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة الشرقية لفناء منزل جمال الدين الذهبي يوم ٢١ يونية.



شكل (٦١) المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة الشرقية لفناء منزل جمال الدين الذهبي يوم ٢١ ديسمبر.



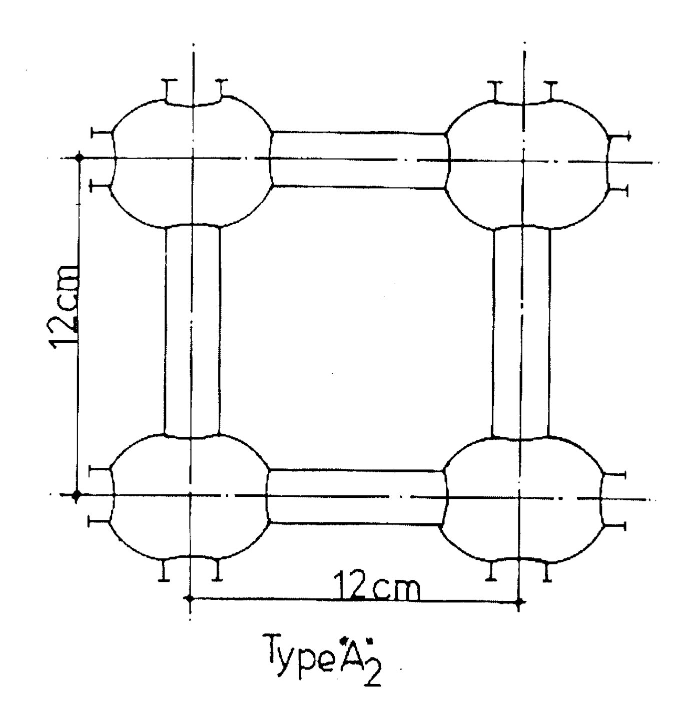
شكل (٦٢ - أ)

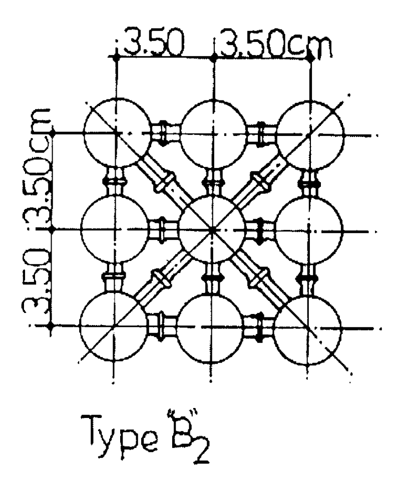


شكل (٦٢ - ب)

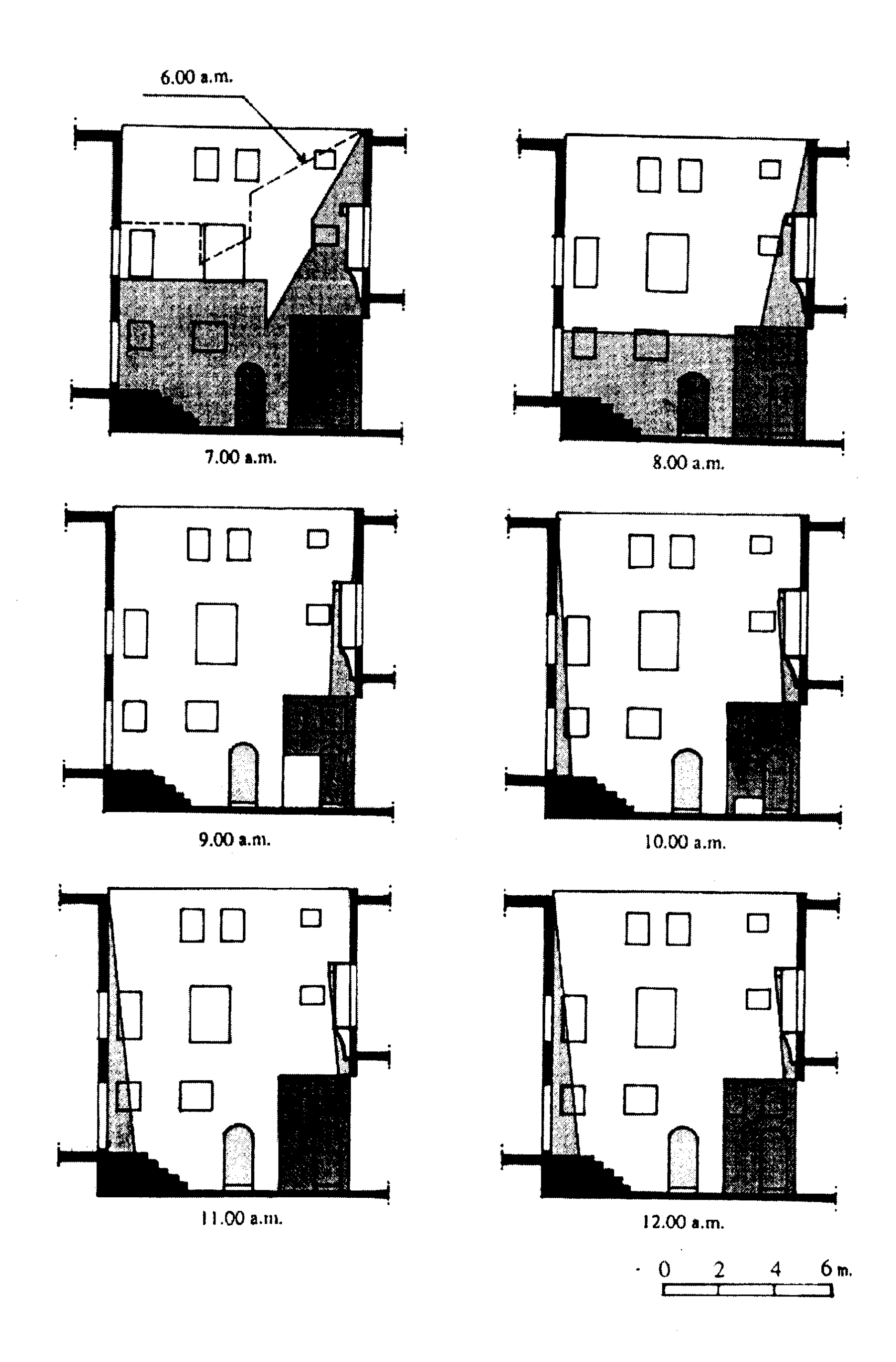
شكل (٦٢ - جـ)

شكل (٦٢) تفاصيل بعض فتحات الواجهة الشرقية لفناء منزل جمال الدين الذهبي.

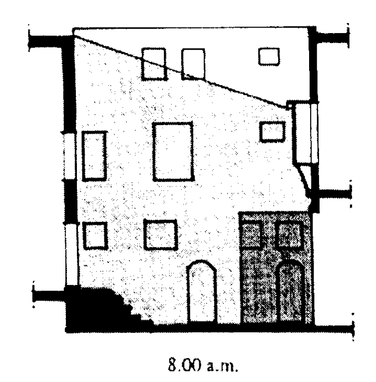




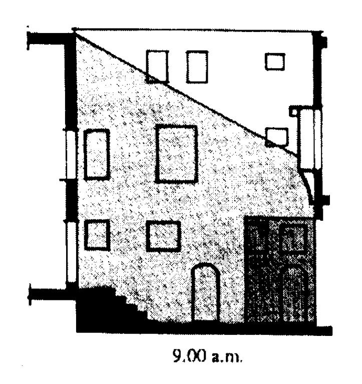
شكل (٦٣) تفاصيل بعض أعمال الخرط الخشبى لبعض فتحات فناء منزل جمال الدين الذهبى.



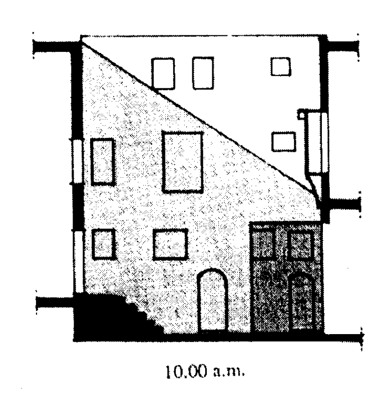
شكل (٦٤) المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة الشرقية لفناء منزل السنارى يوم ٢١ يونية.



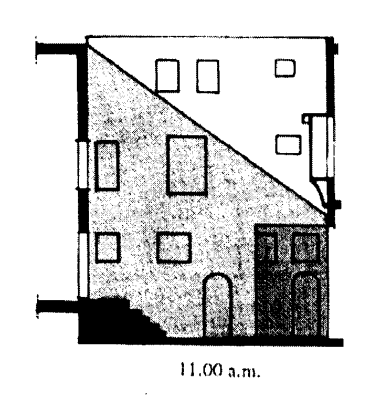
8.00 a.m.



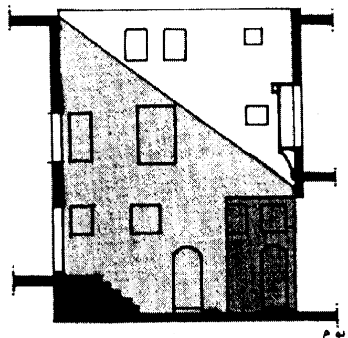
9.00 a.m.



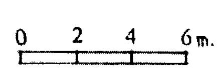
10.00 a.m.



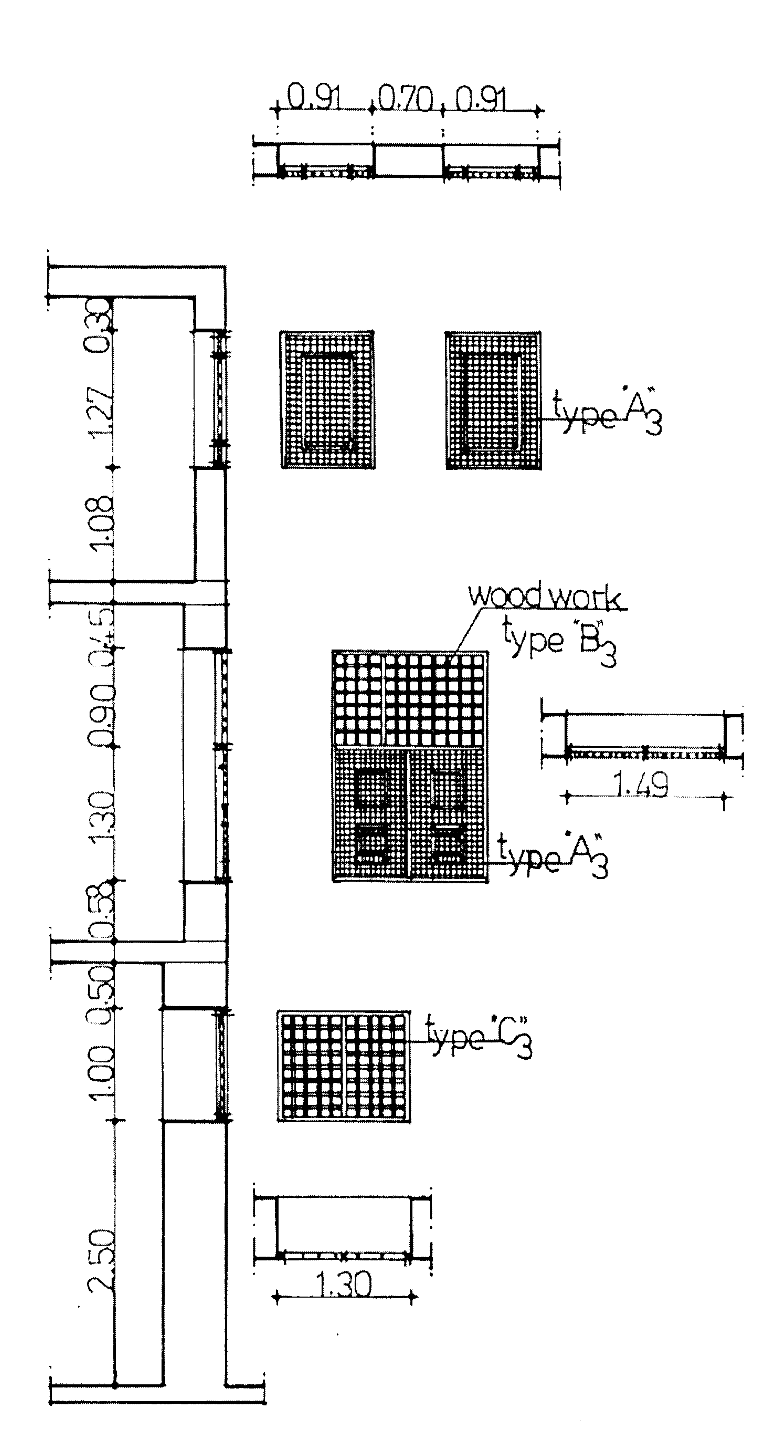
11.00 a.m.



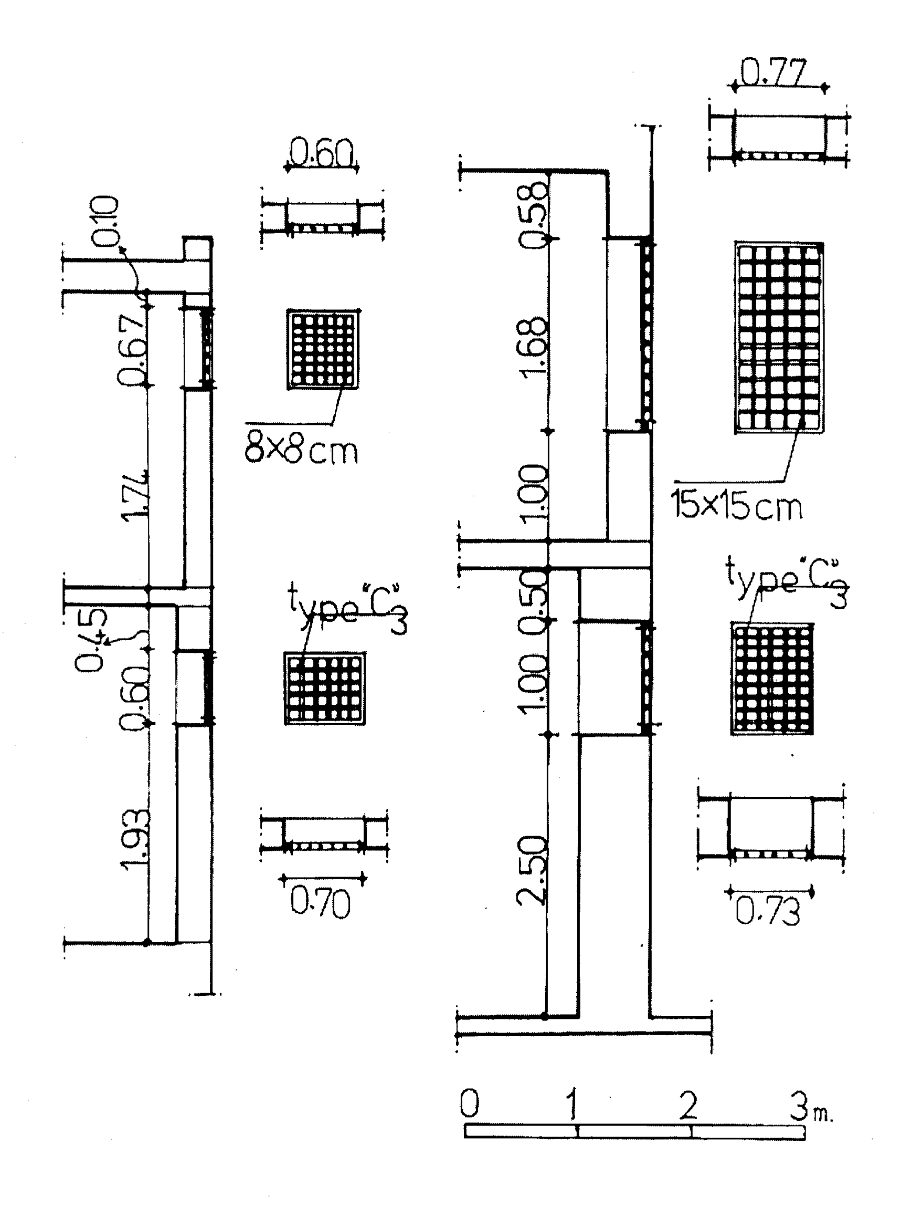
12.00 a.m.



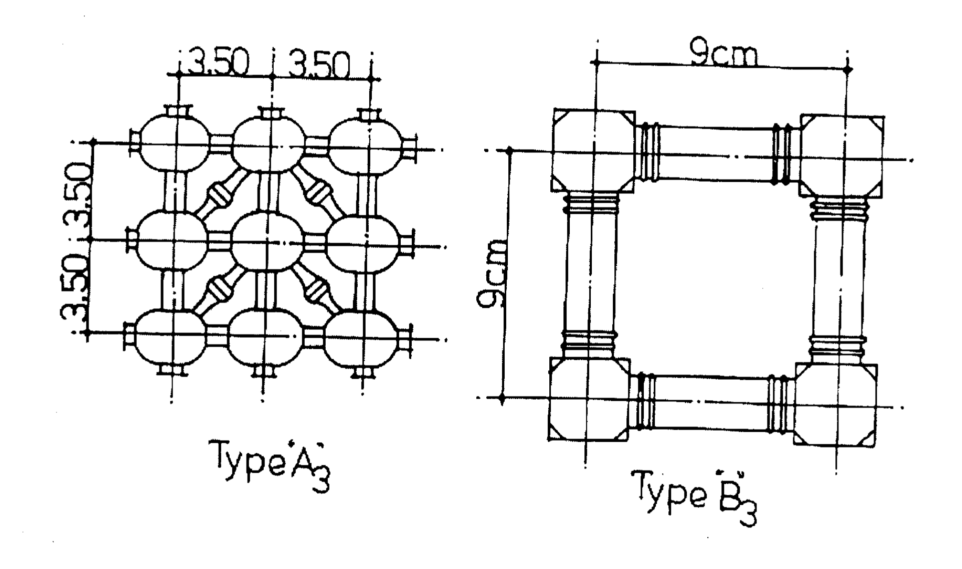
شكل (٦٥) المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة الشرقية لفناء منزل السنارى يوم ٢١ ديسمبر.

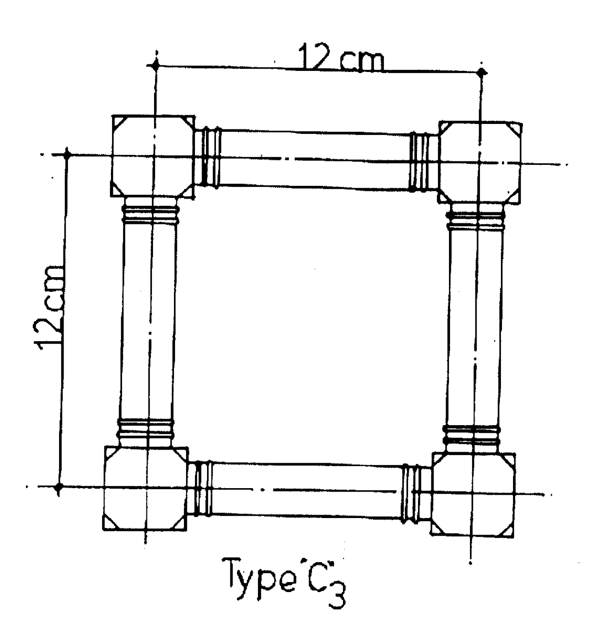


شكل (٦٦) تفاصيل بعض فتحات الواجهة الشرقية لفناء منزل السنارى.



شكل (٦٧) تفاصيل بعض فتحات الواجهة الشرقية لفناء منزل السنارى.





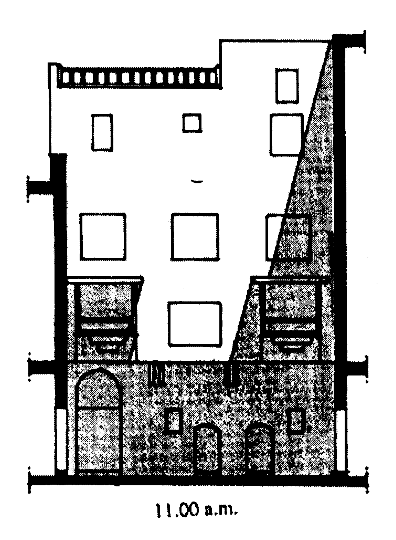
شكل (٦٨) تفاصيل بعض أعمال الخرط الخشبي لبعض فتحات فناء منزل السناري.

٢.٣.٣. الواجهات الجنوبية:

❖ بدراسة **الواجهة الجنوبية لفناء زينب خاتون**، يلاحظ وجود بروز أفقى بالدور الأول من الواجهة وقد نجح هذا البروز فى تظليل الدور الأرضى وفتحاته طوال ساعات التعرض للشمس نهاراً يوم ٢١ يونيه (الصيف)، شكل (٦٩)، لذلك فلقد تم استعمال الخرط الخشبى الواسع من نوع (A_1)، شكل (٧٣)، لنوافذ الدور الأرضى، كما يلاحظ أنه بتقسيم فتحات الواجهة إلى ثلاثة أعمدة رأسية بدءاً من الدور الأول فإننا نجد أن مقاسات الفتحات يتناقص فى الطول والعرض كلما اتجهنا لأعلى، شكلى (٧١) و(٧٢)، حيث أن الفتحات العلوية تكون معرضة للإشعاع الشمسى بنسبة أكبر من الفتحات أسفلها، لذلك فلقد تم استعمال الخرط الواسع من نوع (B_1)، (D_1)، شكل (٧٣)، لهذه الفتحات الضيقة لإمكانية دخول الضوء والهواء، وتم استعمال الخرط الخشبى الضيق من النوع (C_1)، (E_1) للمشربيتين والشباك بالدور الأول نظراً لكبر مقاساتهم، شكل (٧٤)، أما بالنسبة للثلاثة شبابيك الواقعة بالدور الأول فوق المشربيتين والشباك فقد تم استعمال الزجاج الملون فيها لإيجاد نوع من الإضاءة الطبيعية بشكل جمالى واضح داخل القاعة الفرعية بالمنزل، شكلى (٧١)، (٧٢).

❖ أما بالنسبة **للواجهة الجنوبية لفناء جمال الدين الذهبى**، فيلاحظ أنه يوجد برج بارز بالدور العلوى بالجهة اليسرى من الواجهة وقد أدى الاختيار المناسب لهذا البرج فى عكس اتجاه الأشعة الشمسية إلى إلقاء كميات من الظلال على الجزء الأيسر (تحت هذا البروز) بالواجهة الجنوبية فى أغلب ساعات التعرض نهاراً للشمس صيفاً، شكل (٧٥)، لذلك فلقد تم اختيار و وضع النافذة الواسعة بالدور الأول تحت هذا البرج للتمتع بالظلال طوال اليوم تقريباً، شكل (٧٧ - أ)، كما يلاحظ أنه تم تصميم هذا البروز بمقاسات تسمح بانحسار الظلال عن الجزء العلوى من الشباك السابق يوم ٢١ ديسمبر (الشتاء)، شكل (٧٦)، بدءاً من الساعة الحادية عشر صباحاً وحتى الساعة الرابعة عشر ظهراً، ونظراً لأن الدور العلوى يكون أكثر تعرضاً للشمس فقد تم وضع مشربية، شكل (٧٧ - ب) ذات خرط خشبى ضيق من نوع (D2)، شكل (٧٨)، كما تم وضع ثلاثة نوافذ رأسية ضيقة بالجانب الأيمن بالدور العلوى لنفس السبب السابق، شكل (٧٧ - جـ)، وجدير بالملاحظة أنه تم وضع عقد غائر عن الواجهة بارتفاع الدورين الأرضى والأول تحت النوافذ الثلاث السابقة لإضفاء المزيد من الظلال على الواجهة أغلب ساعات النهار صيفاً.

❖ أما بالنسبة **للواجهة الجنوبية بفناء السنارى**، فيلاحظ اختيار المدخل الرئيسى للفناء بها بالدور الأرضى بالجهة اليسرى للواجهة وذلك بخلاف الفنائيْن الآخريْن حيث تم وضعه بالواجهة البحرية، وقد أدى ذلك لتعرض مدخل الفناء لكميات من الإشعاع الشمسى منذ العاشرة صباحاً وحتى الساعة الثالثة عشر من بعد الظهر، شكل (٧٩)، ومن جانب آخر فلقد تم وضع مشربية بالدور الأول فى أقصى الجهة اليسرى من الواجهة، شكل (٨١)، ونظراً لتعرض هذه المشربية للإشعاع الشمسى فى أغلب ساعات تعرض الواجهة للشمس فقد تم اختيار الخرط الخشبى الضيق من نوع (D3) فى تصميمها، شكل (٨٢).



11.00 a.m.

Wood work
type "A1"

12.00 a.m.

13.00 p.m.

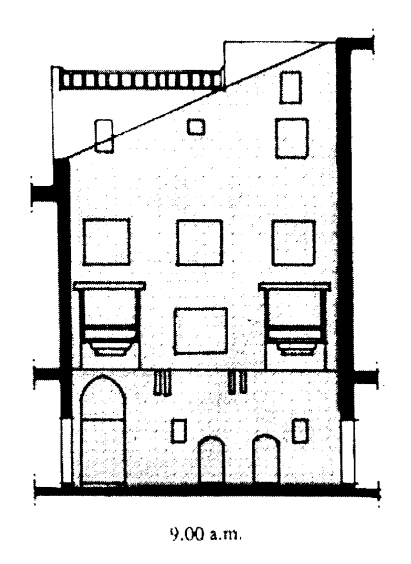
0 2 4 6 m.

شكل (٦٩) المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة الجنوبية لفناء منزل زينب خاتون يوم ٢١ يونية.

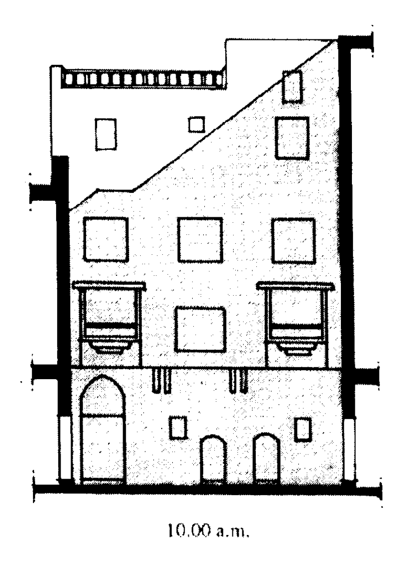


تابع شكل (٦٩) باقى المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة الجنوبية لفناء منزل

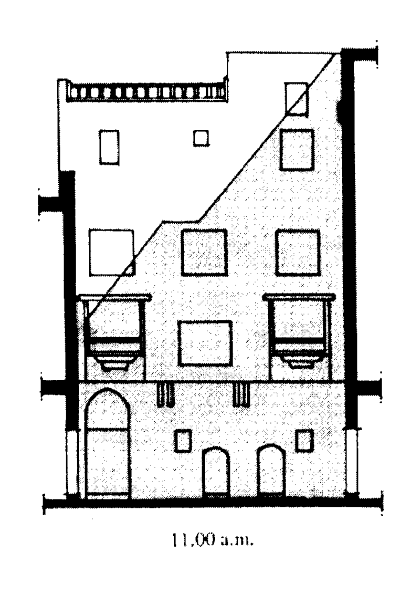
زينب خاتون يوم ٢١ يونية.



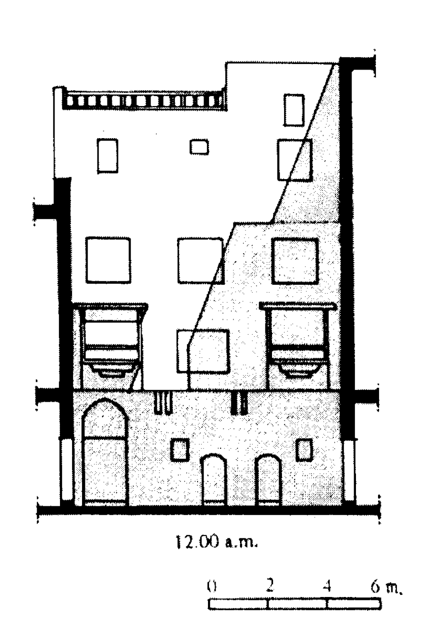
9.00 a.m.



10.00 a.m.



11.00 a.m.

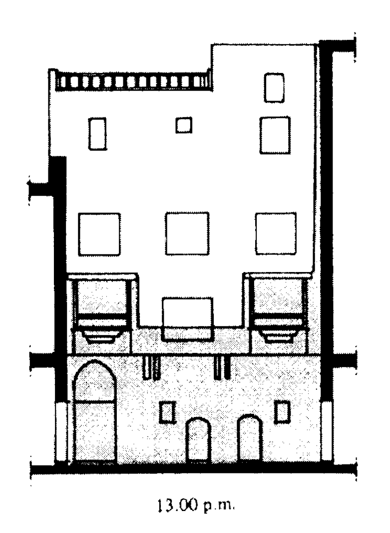


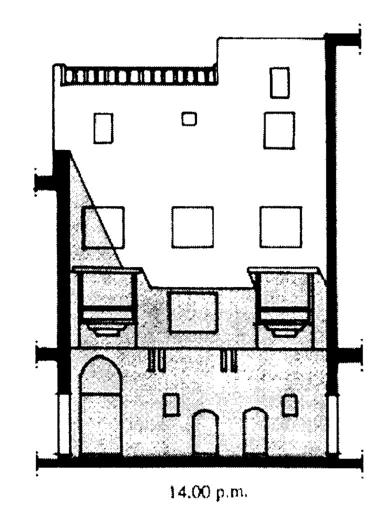
12.00 a.m.

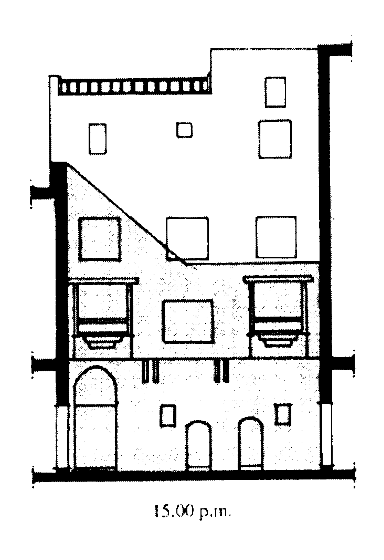
0 2 4 6 m.

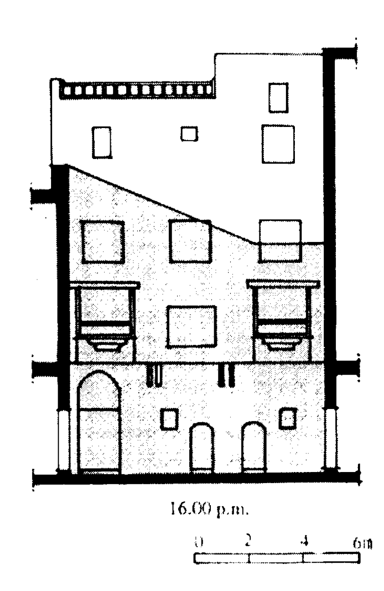
شكل (٧٠) المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة الجنوبية لفناء منزل زينب خاتون

يوم ٢١ ديسمبر.

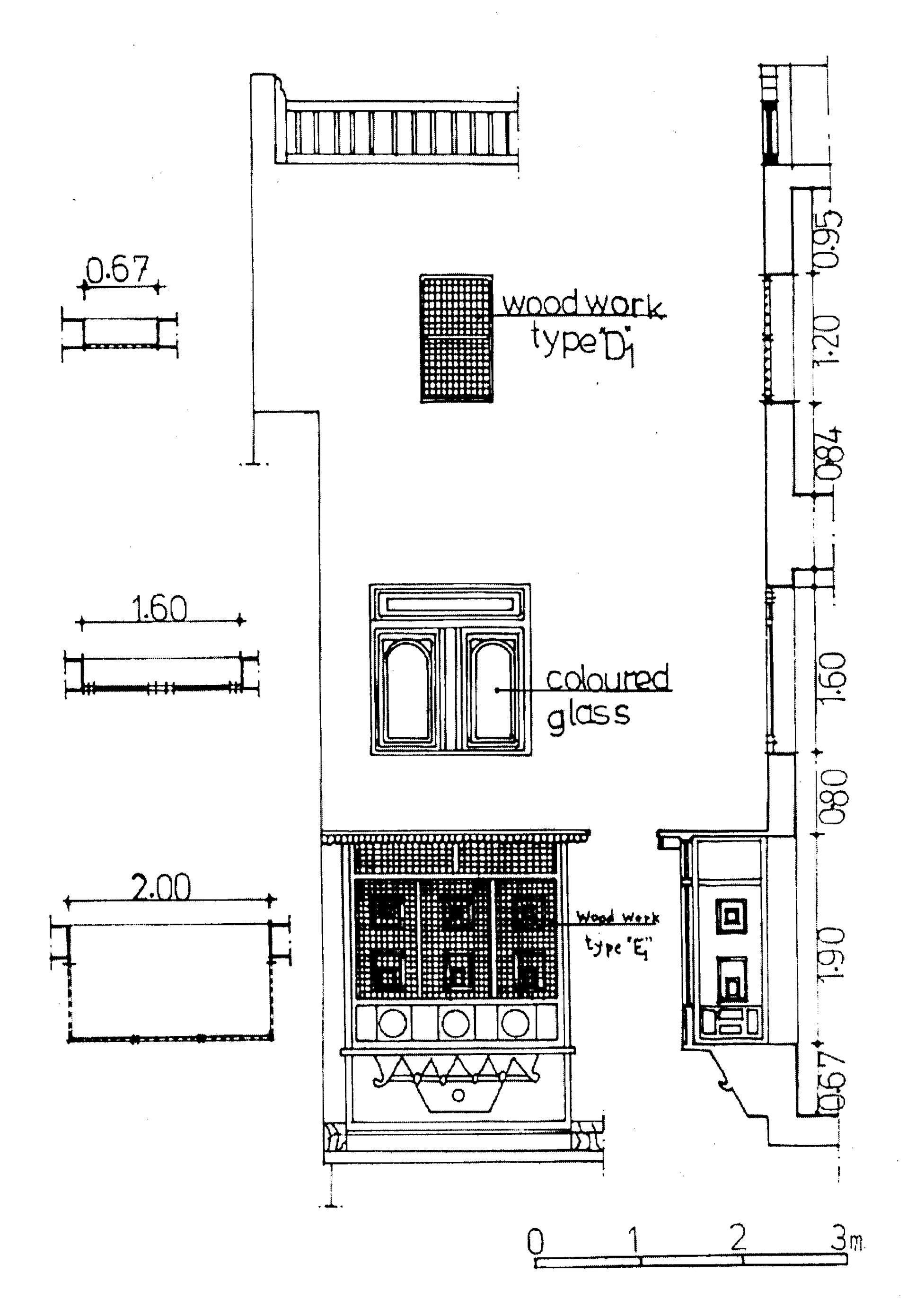




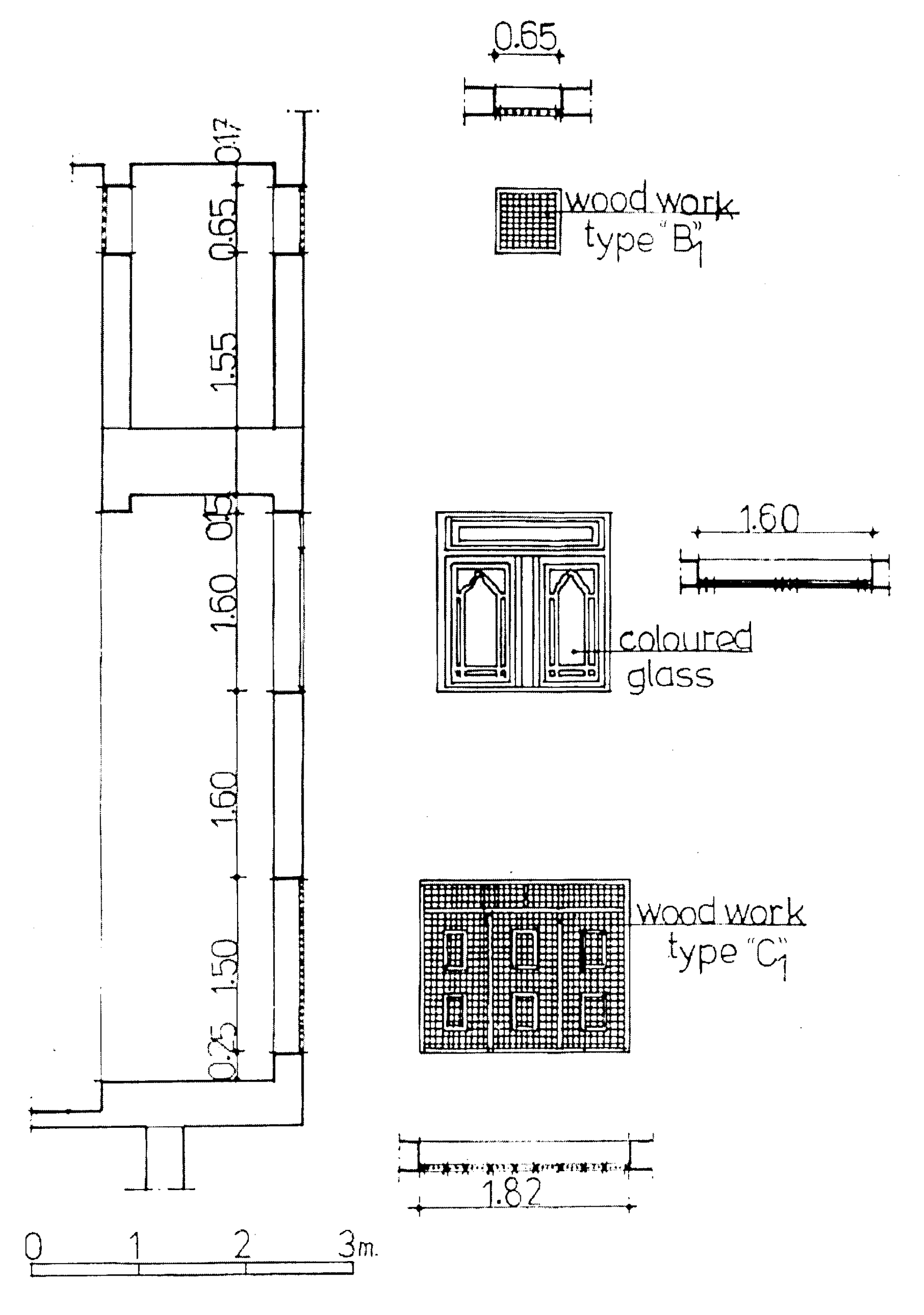




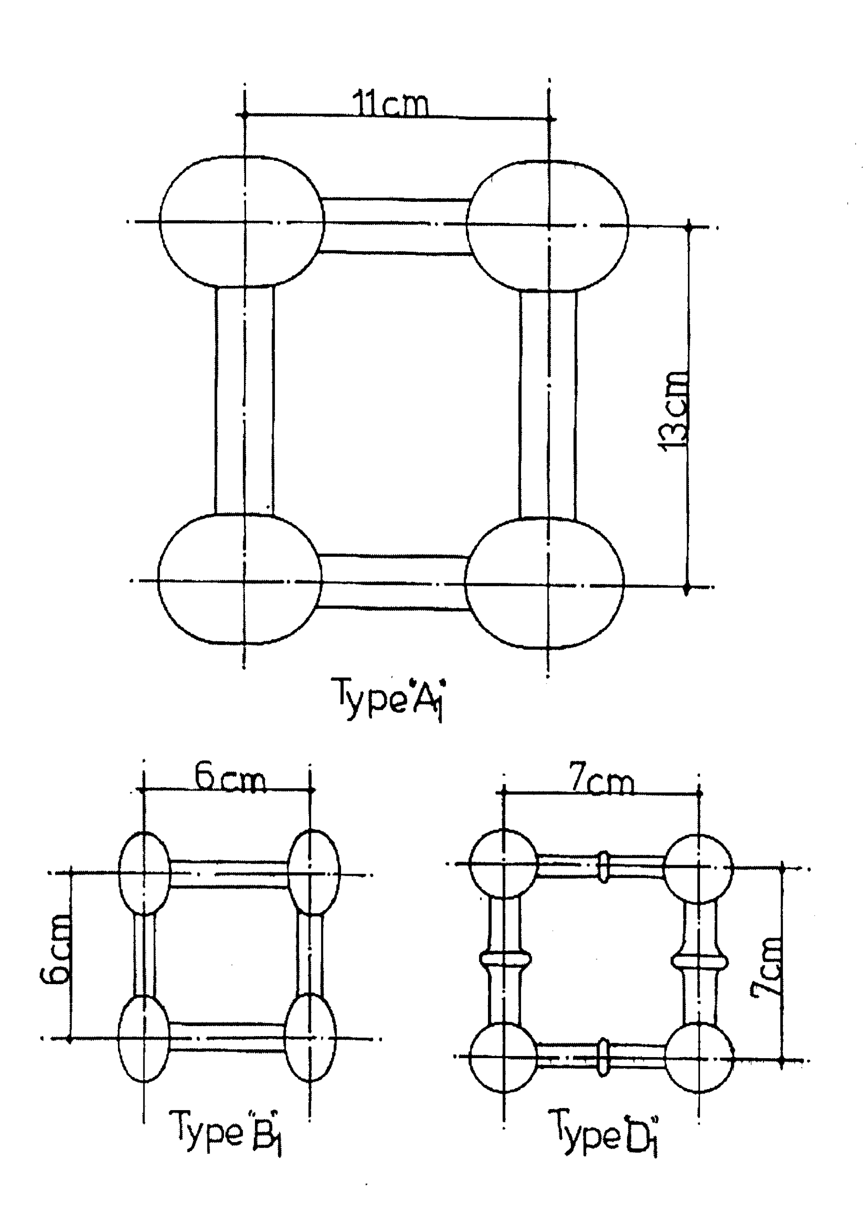
تابع شكل (٧٠) باقى المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة الجنوبية لفناء منزل
زينب خاتون يوم ٢١ ديسمبر.



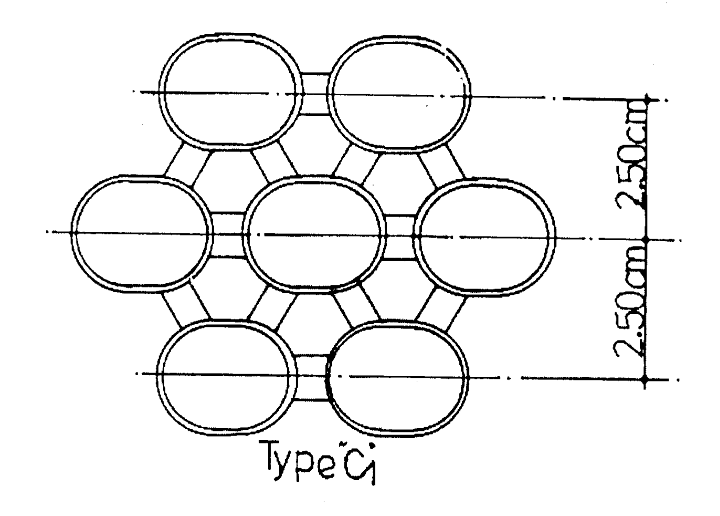
شكل (٧١) تفاصيل بعض فتحات الواجهة الجنوبية لفناء منزل زينب خاتون.

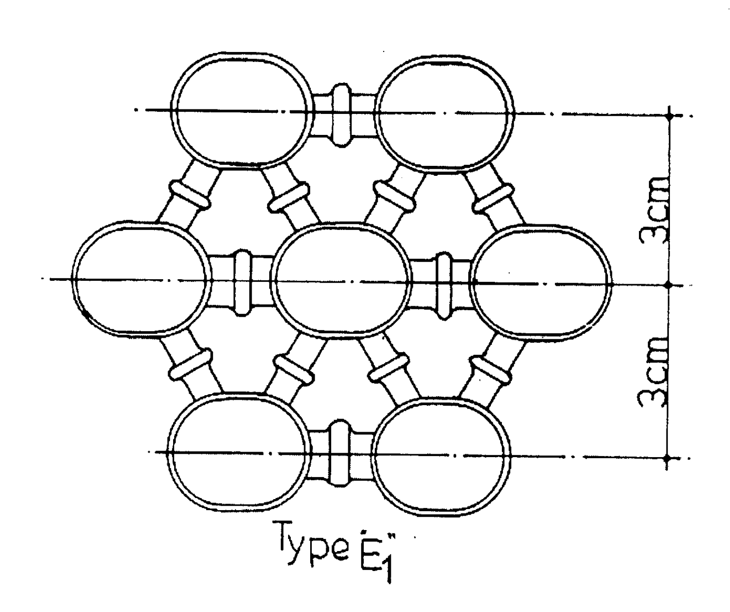


شكل (٧٢) تفاصيل بعض فتحات الواجهة الجنوبية لفناء منزل زينب خاتون.

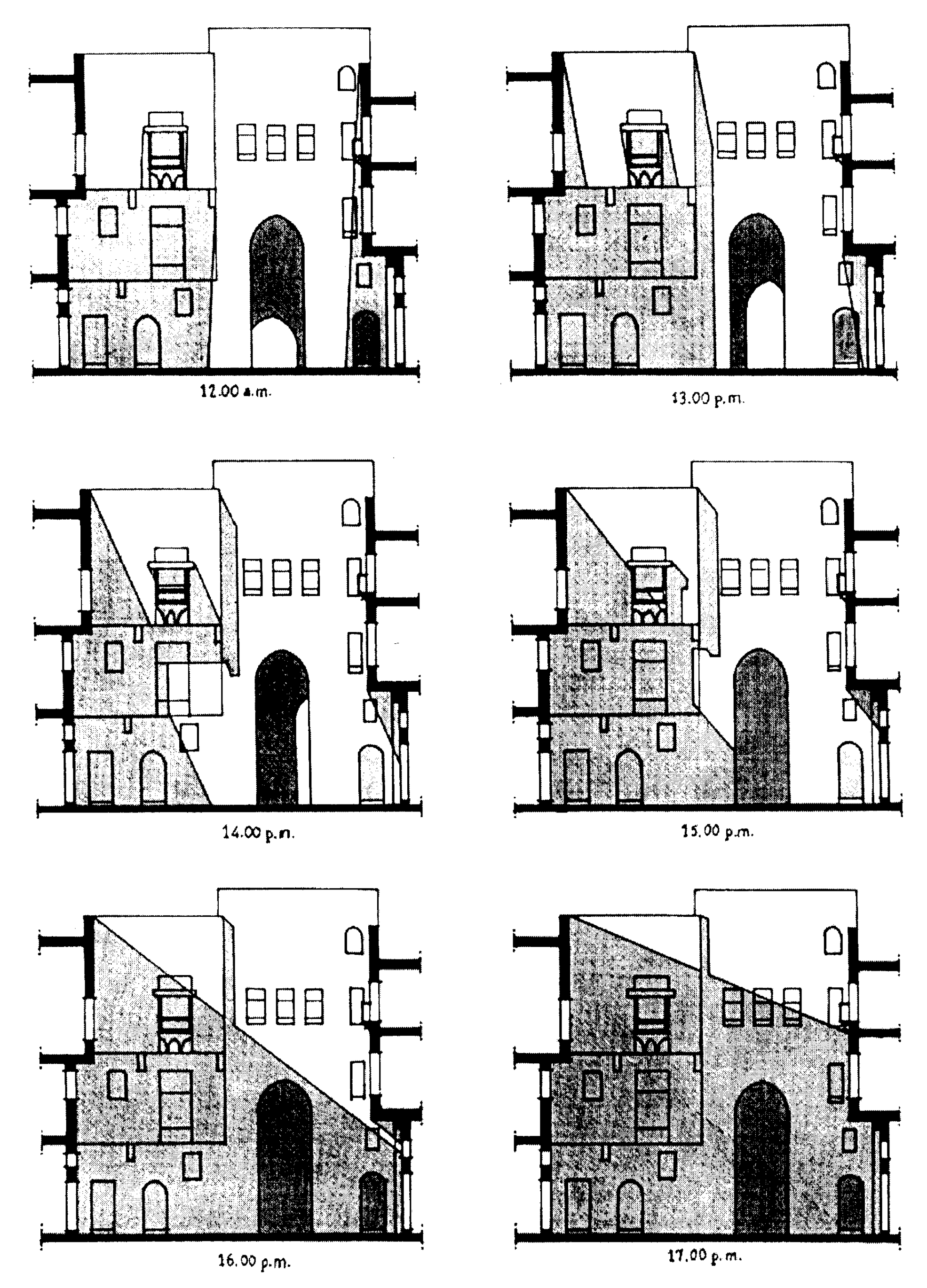


شكل (٧٣) تفاصيل بعض أعمال الخرط الخشبي لبعض فتحات فناء منزل زينب خاتون.

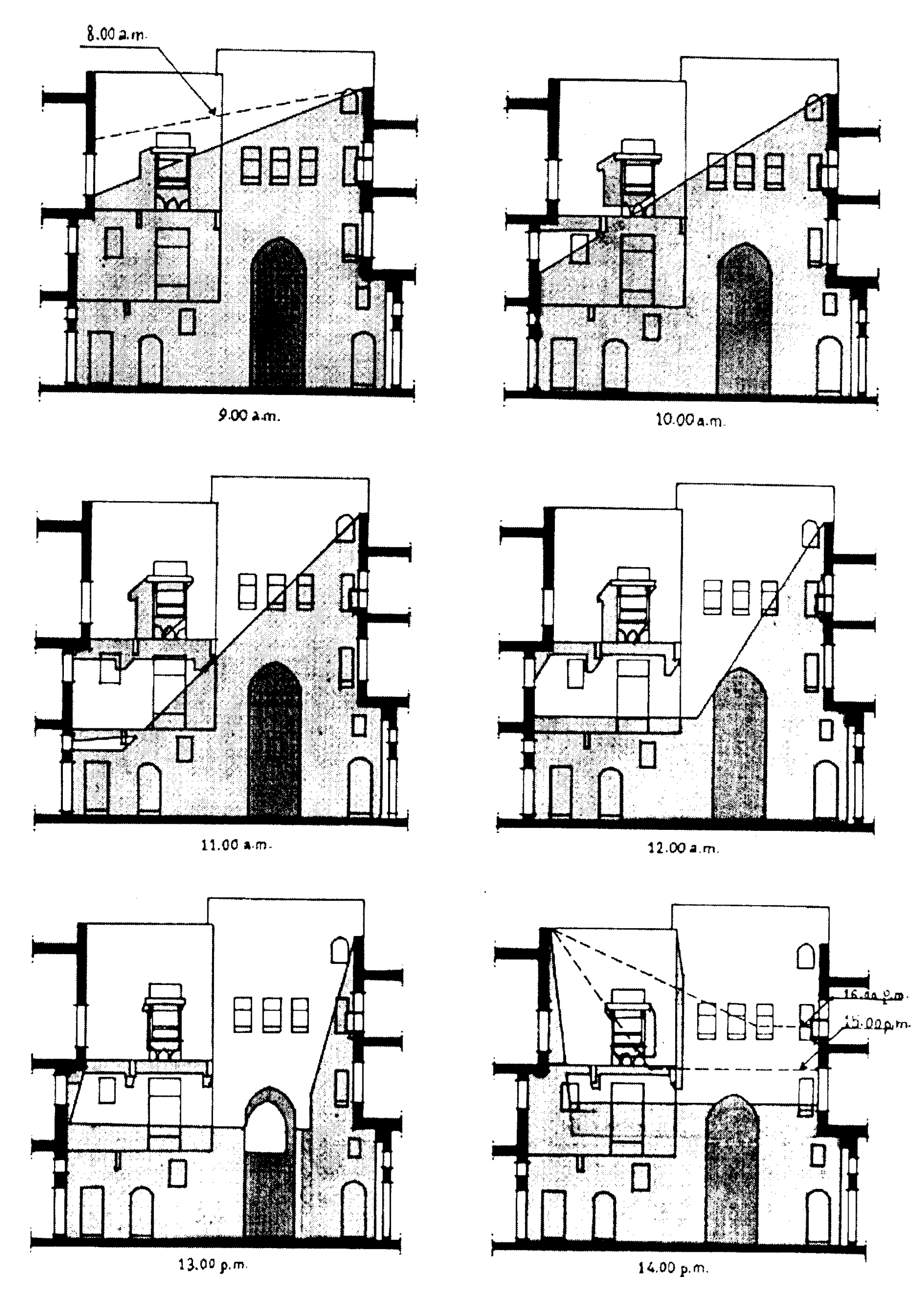




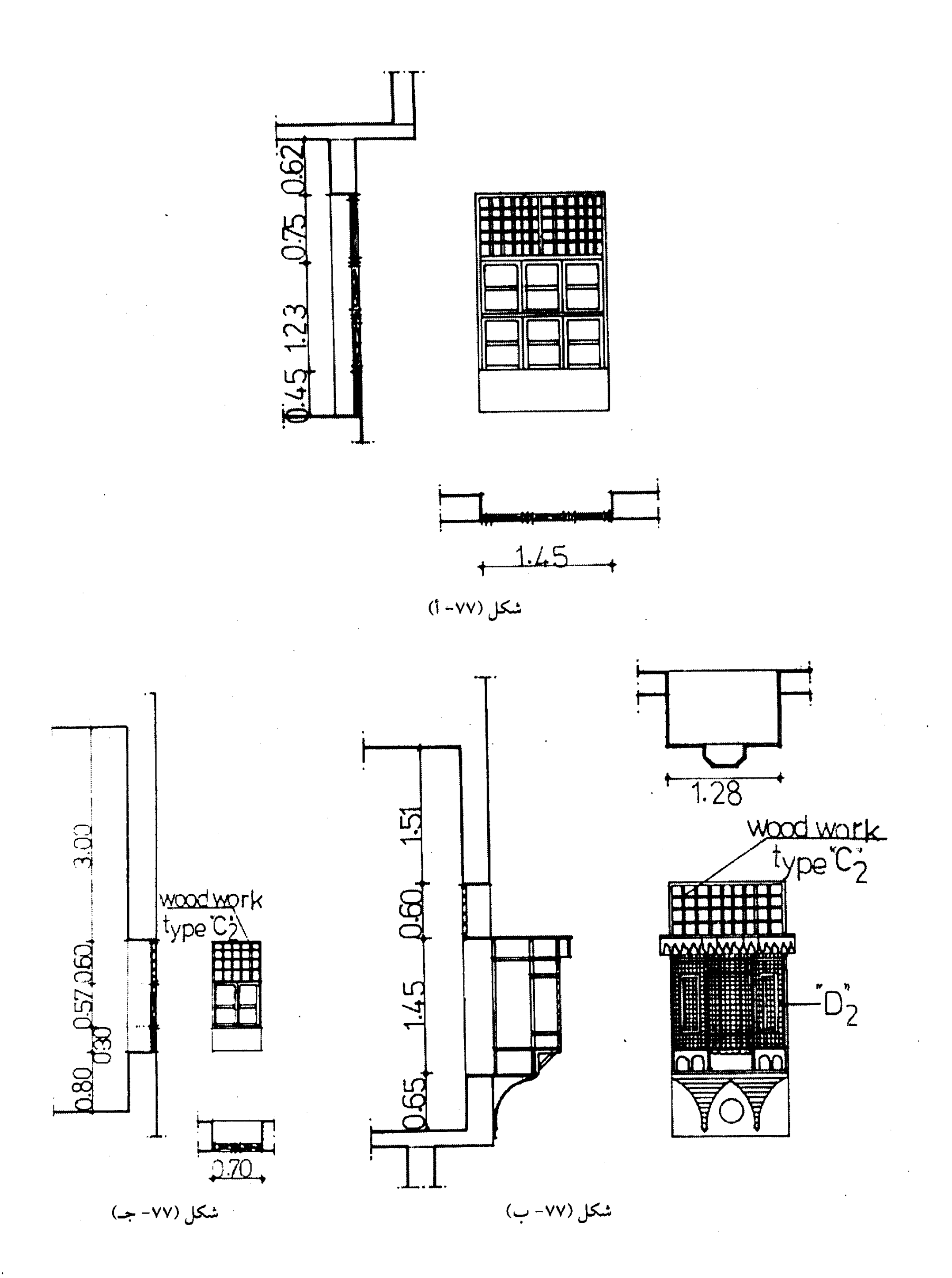
شكل (٧٤) تفاصيل بعض أعمال الخرط الخشبى لبعض فتحات فناء منزل زينب خاتون.



شكل (٧٥) المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة الجنوبية لفناء منزل جمال الدين الذهبي يوم ٢١ يونية.



شكل (٧٦) المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة الجنوبية لفناء منزل جمال الدين الذهبي يوم ٢١ ديسمبر.

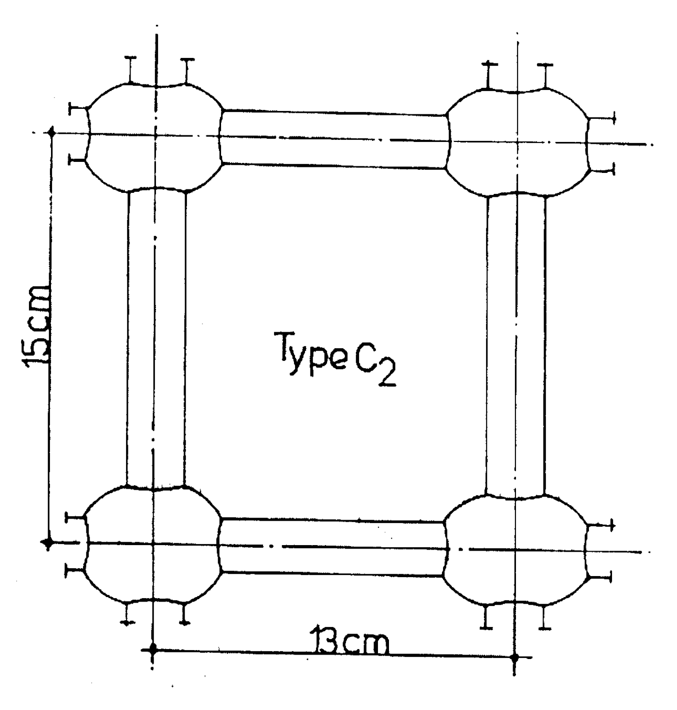


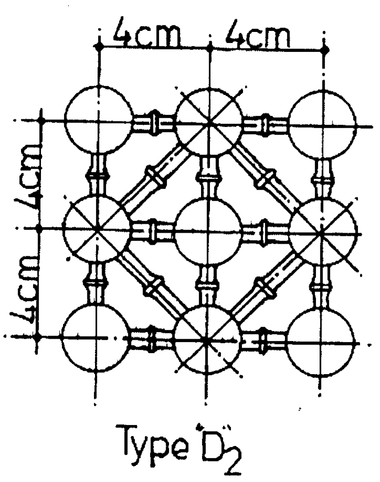
شكل (٧٧-أ)

شكل (٧٧- جـ)

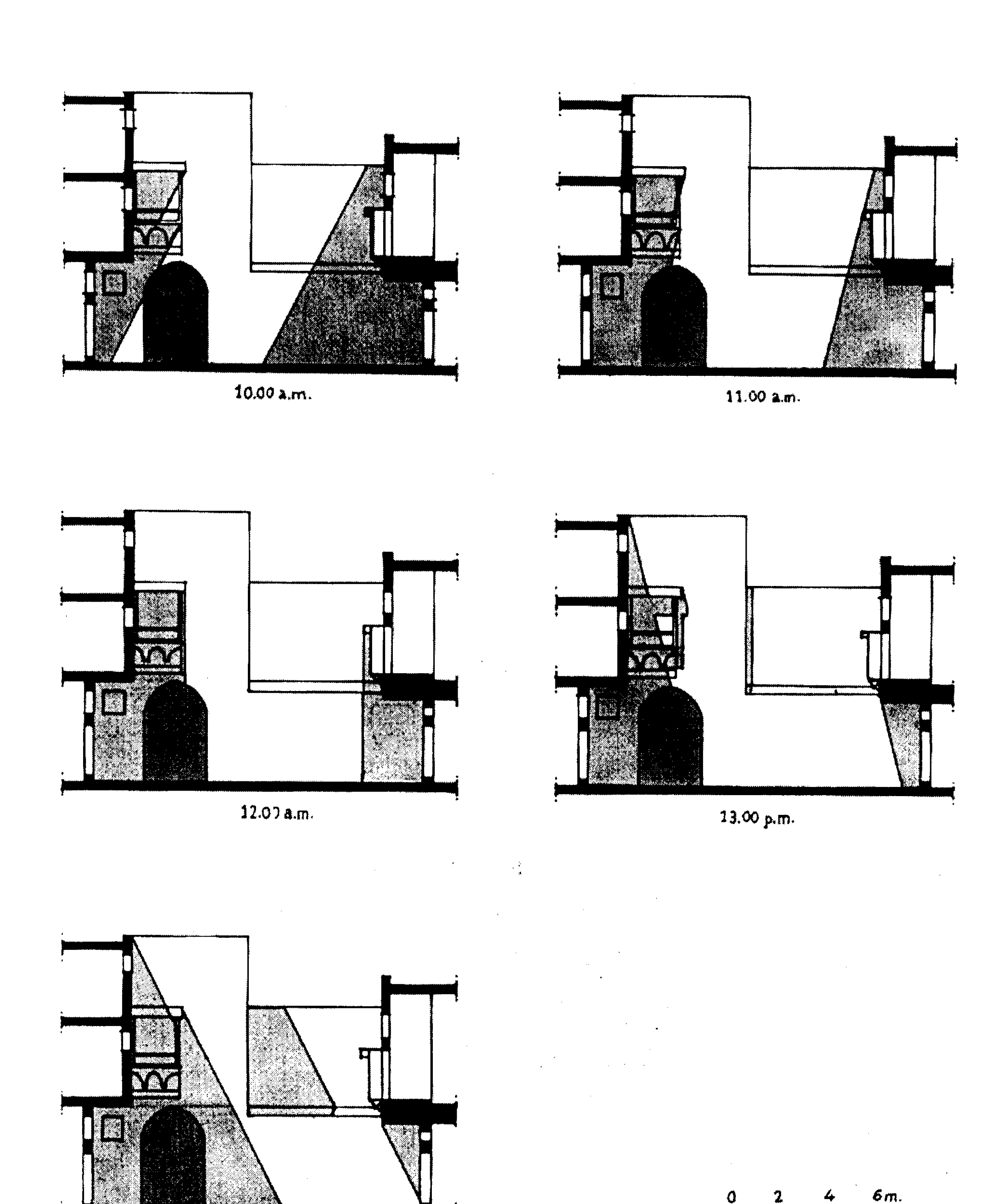
شكل (٧٧- ب)

شكل (٧٧) تفاصيل بعض فتحات الواجهة الجنوبية لفناء منزل جمال الدين الذهبى.



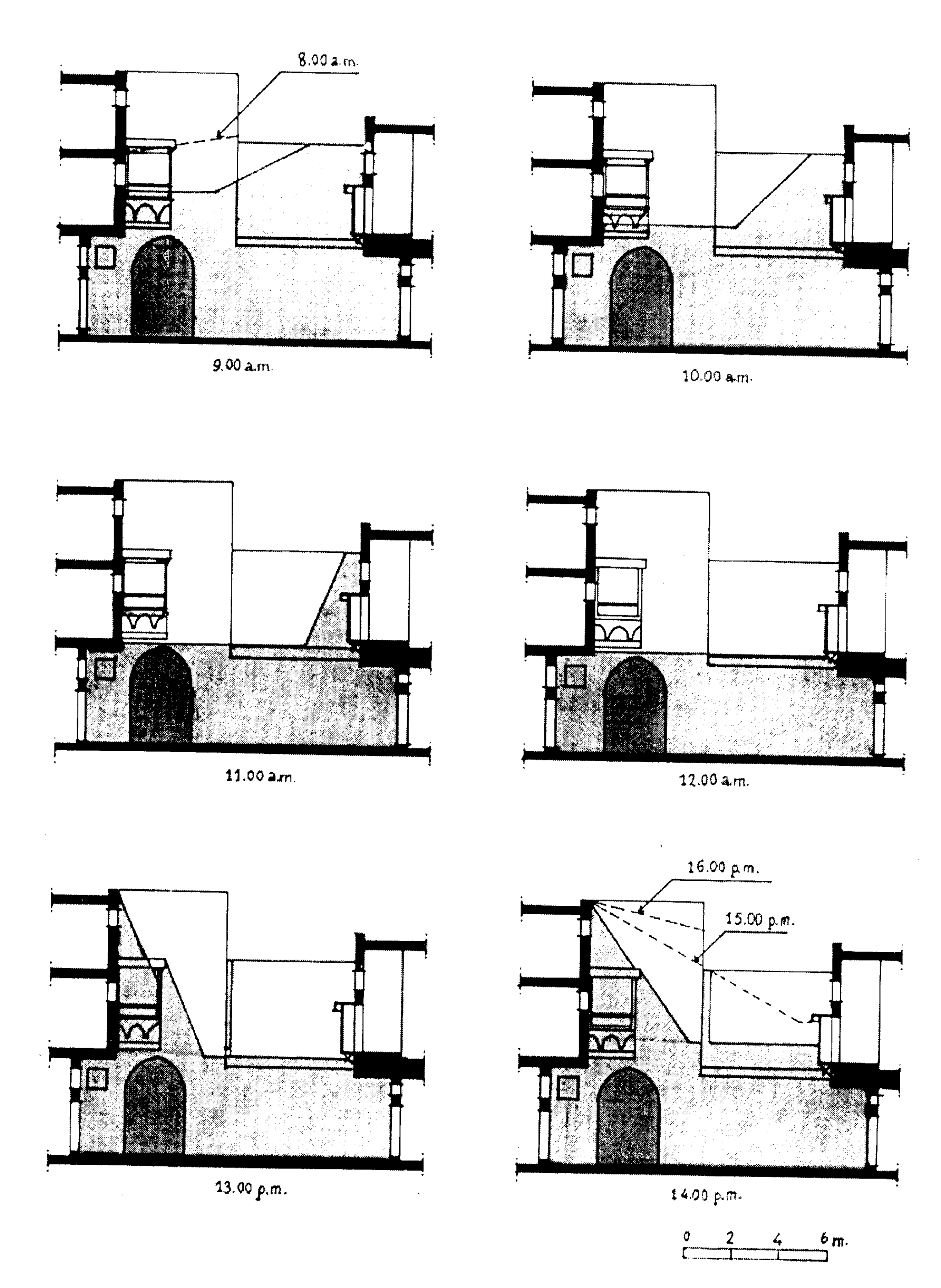


شكل (٧٨) تفاصيل بعض أعمال الخرط الخشبي لبعض فتحات فناء منزل جمال الدين الذهبي.

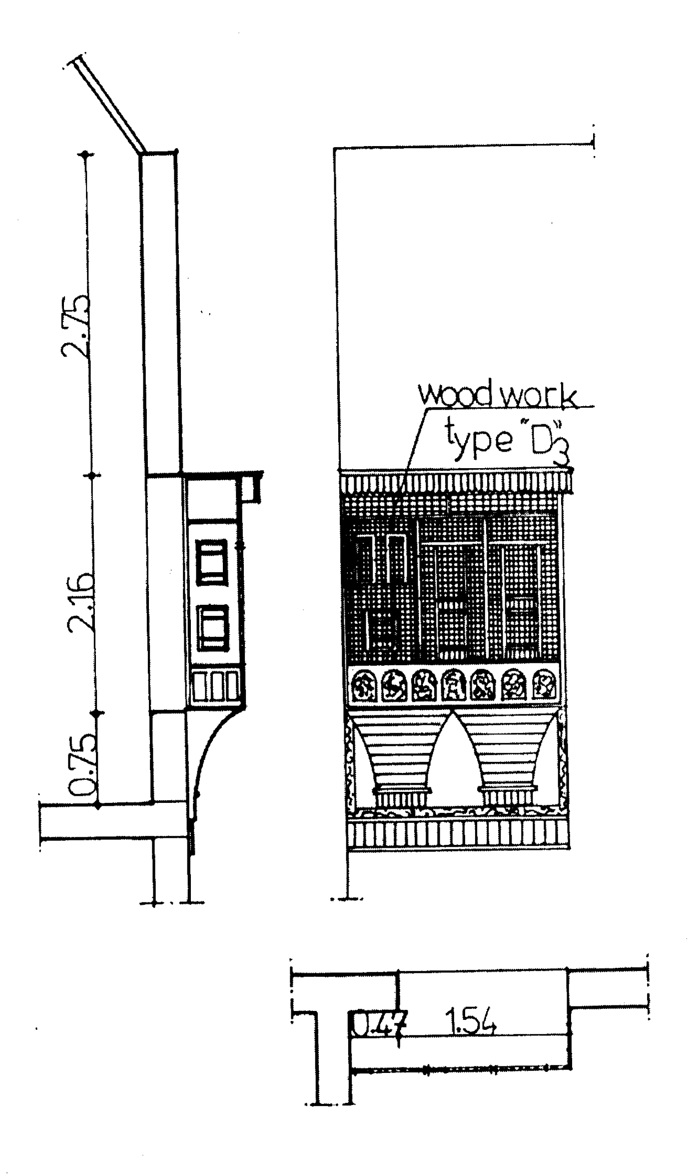


شكل (٧٩) المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة الجنوبية لفناء منزل السنارى يوم

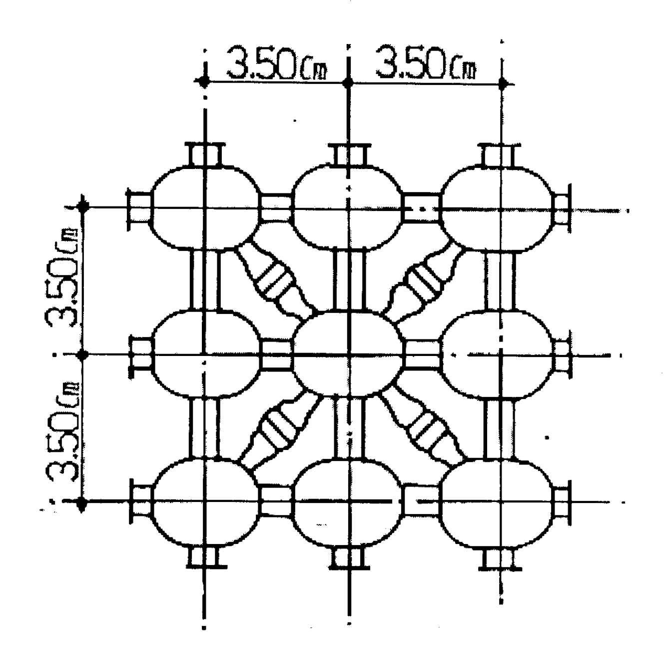
٢١ يونية.



شكل (٨٠) المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة الجنوبية لفناء منزل السنارى يوم ٢١ ديسمبر.



شكل (٨١) تفاصيل مشربية الواجهة الجنوبية لفناء منزل السنارى.



شكل (٨٢) تفصيلة الخرط الخشبى من نوع D3 لبعض فتحات فناء منزل السنارى.

٤.٣.٢. الواجهات الغربية:

❖ يلاحظ **بالواجهة الغربية لفناء زينب خاتون** أنه توجد مشربية كبيرة الحجم تتوسط الواجهة بالدور الأول ونظراً لتعرضها للإشعاع الشمسى بصورة كبيرة يوم ٢١ يونيه بدءاً من الساعة الثالثة عشر إلى الساعة السابعة عشر من بعد الظهر، شكل (٨٣)، فلقد تم استعمال الخرط الخشبى الضيق من نوع (C_1) فى تصميمها، شكل (٧٤)، فى حين أنه بالنسبة للشباك الواسع والذى يقع أسفل منها بالدور الأرضى، شكل (٨٥)، فلقد تم استعمال الخرط الخشبى الواسع من نوع (F_1)، شكل (٨٦)، نظراً لوقوعه فى الظل صيفاً فى معظم ساعات تعرض الواجهة للشمس.

كما يلاحظ أنه يوجد برج رأسى ضيق يبرز أفقياً على يمين الواجهة من أعلى ذو موضع مناسب فى عكس اتجاه الأشعة الشمسية مما ساعد على إلقائه بكميات من الظلال على الواجهة نهاراً بالصيف.

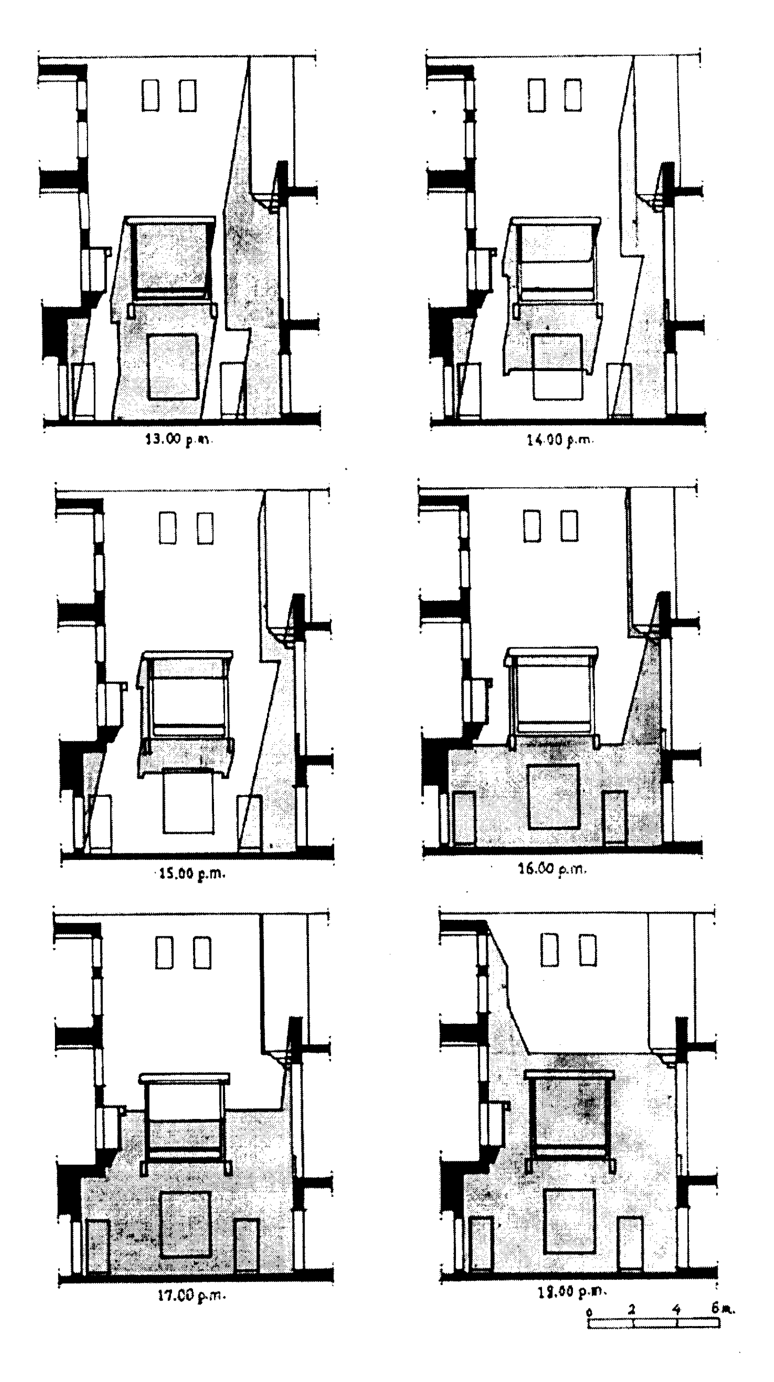
❖ أما بالنسبة **للواجهة الغربية لفناء جمال الدين الذهبى** فلقد ساعد البروز الأفقى بطول الدور الأول على إلقاء كميات من الظلال فى معظم ساعات تعرض الواجهة للإشعاع الشمسى على الدور الأرضى لفتحاته يوم ٢١ يونيه، شكل (٨٧).

وفى أقصى الجهة اليسرى من الدور الأول نلاحظ وجود شباك واسع، شكل (٨٩)، وله ضلفة خشبية مصمتة، منزلقة للتحكم فى منع أو دخول الإشعاع الشمسى صيفاً وشتاءً، لهذا فلقد تم استعمال الخرط الخشبى الواسع فى تصميم هذا الشباك من نوع (H_2)، شكل (٩١)، أما بالنسبة للنافذة الصغيرة بوسط الواجهة بالدور الأول، شكل (٩٠)، فقد تم استعمال خرط خشبى ضيق من نوع (G_2)، شكل (٩١)، نظراً لتعرضها الكبير للإشعاع الشمسى مع اتصالها المباشر بالقاعة الموجودة بالدور الأول، أما بالنسبة لباقى الفتحات العلوية، شكل (٩٠)، فقد تم استعمال خرط خشبى واسع فى تصميمها من نوع (A_2)، شكل (٦٣)، ومن نوع (F_2)، شكل (٩١)، وذلك لاتصالهما المباشر بطرقه ضيقة، وهذه الطرقه بها شباك داخلى ذو خرط ضيق يطل من أعلى على القاعة التى بالدور الأول.

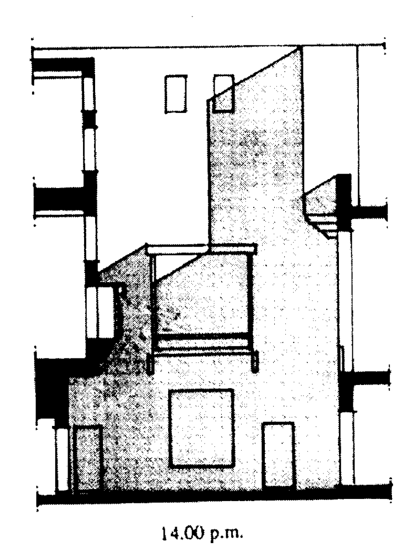
❖ وبالنسبة **للواجهة الغربية لفناء السنارى**، فلقد لوحظ أن تعدد الدخلات الغائرة للخلف بالدور الأرضى قد ساعد على إلقاء المزيد من الظلال على الواجهة وفتحاتها يوم ٢١ يونيه، شكل (٩٢)، وذلك بالمقارنة بالواجهة الشرقية بنفس الفناء والتى تحتوى على دخلة

واحدة فقط بالجزء الأيمن من الدور الأرضى.

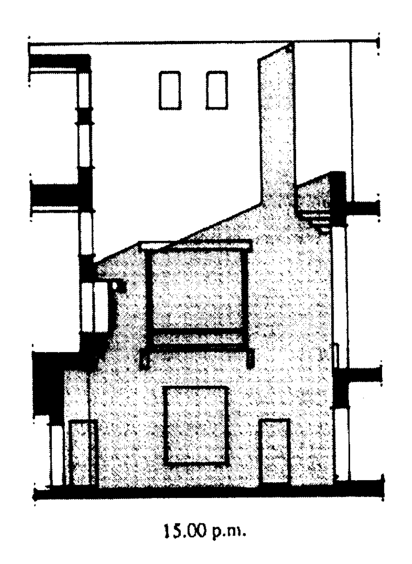
ونظراً لتعرض المشربيتان والنافذتان اللتان فوقهما للإشعاع الشمسى بصورة كبيرة صيفاً، شكل (٩٤ ـ أ) و(٩٥)، فلقد تم استعمال الخرط الخشبى الضيق من نوع (D_3) فى تصميمهما، شكل (٨٢)، أما بالنسبة للشباك العلوى الصغير الواقع بالجهة اليمنى من الواجهة، شكل (٩٤ ـ ب)، فلقد تم وضع خرط خشبى واسع نسبياً من نوع (C_3)، شكل (٦٨)، نظراً لوجوده بالجزء العلوى من طرقه ضيقه تربط بين المقعد الصيفى وقاعة الطعام بالجزء الغربى للفناء.



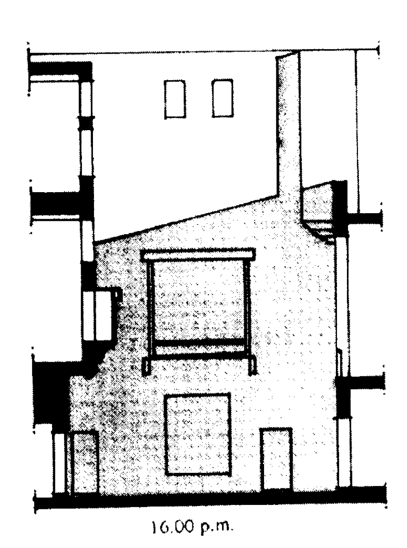
شكل (٨٣) المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة الغربية لفناء منزل زينب خاتون يوم ٢١ يونية.



14.00 p.m.



15.00 p.m.

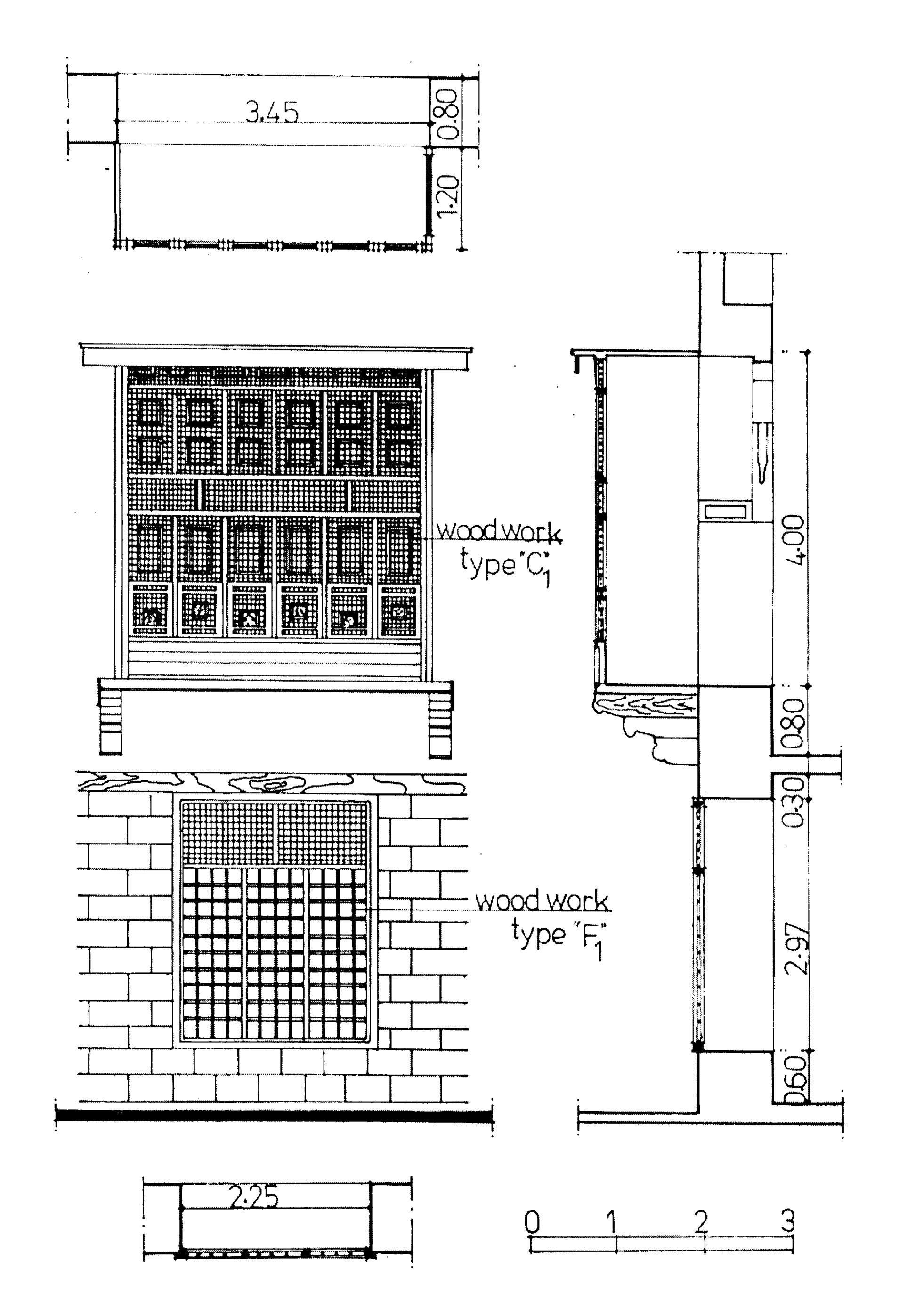


16.00 p.m.

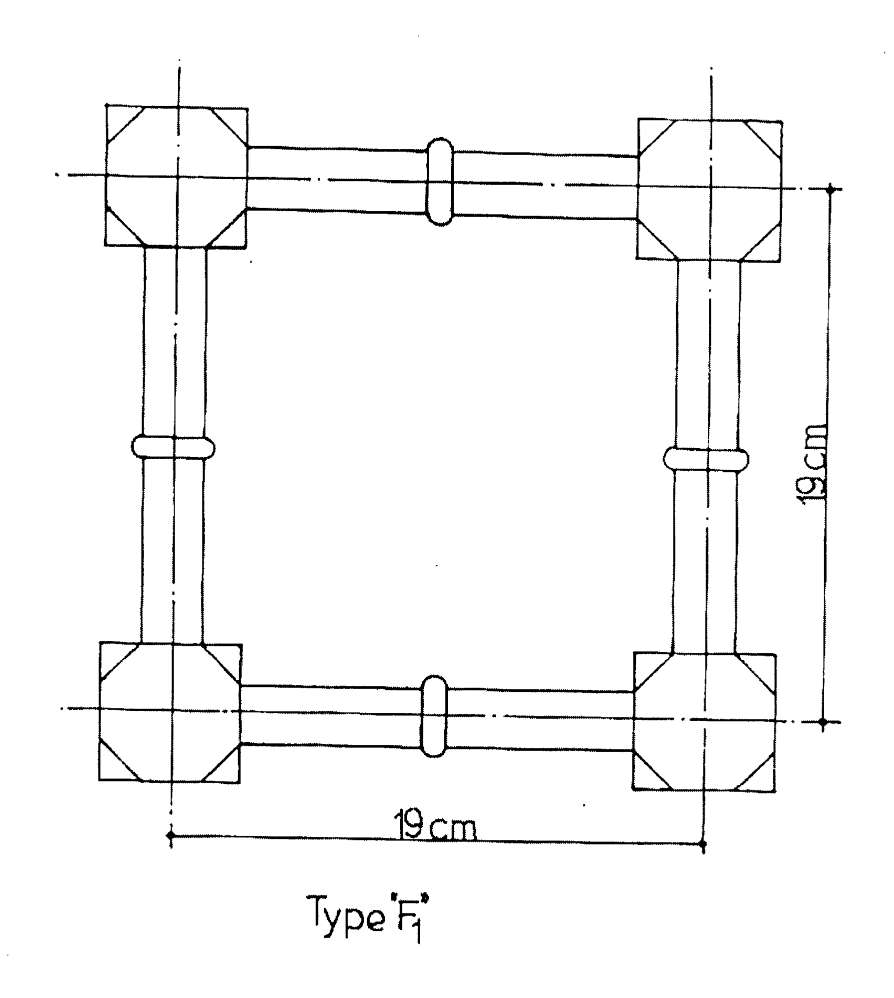


شكل (٨٤) المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة الغربية لفناء منزل زينب خاتون

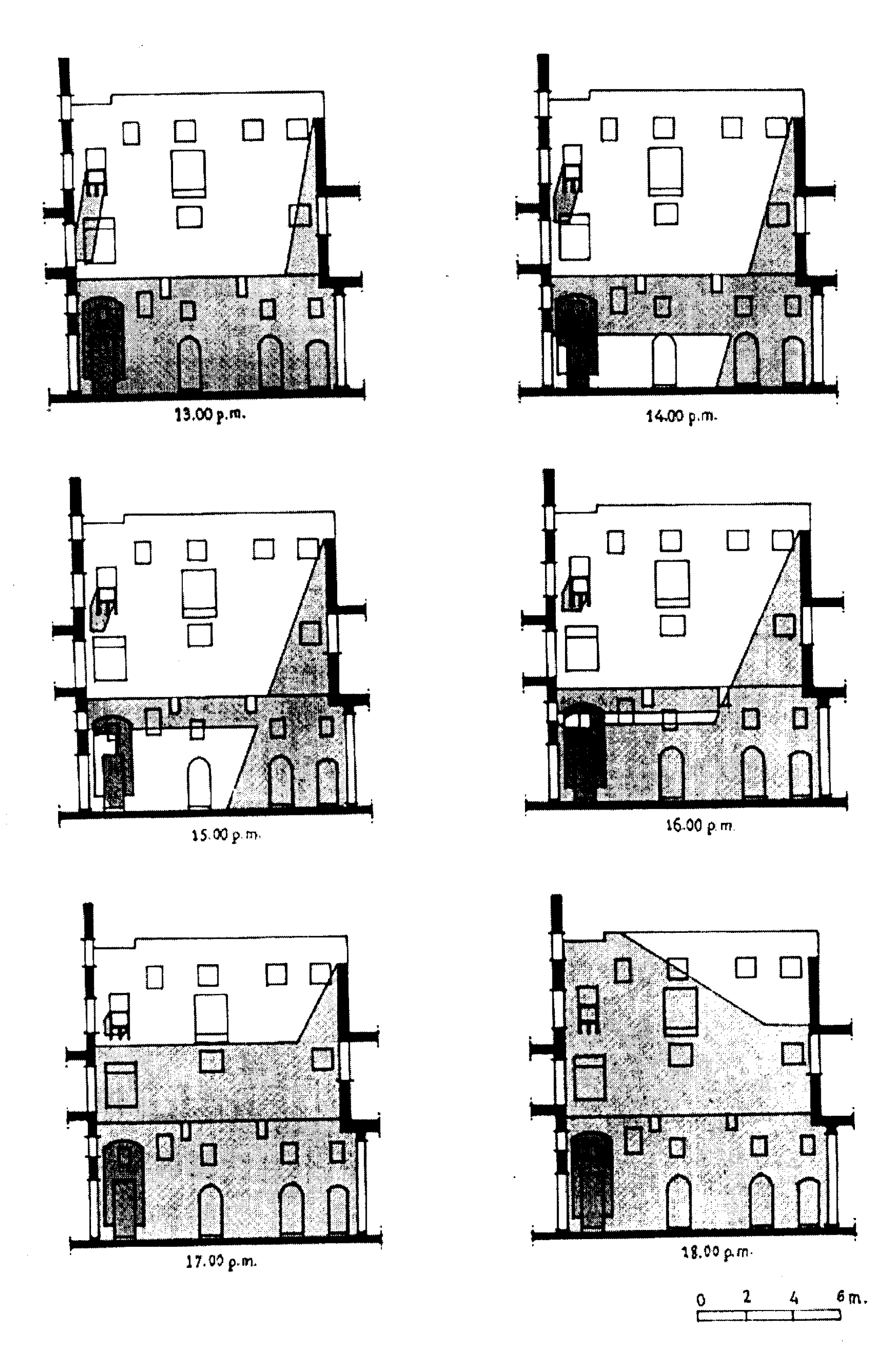
يوم ٢١ ديسمبر.



شكل (٨٥) تفاصيل بعض فتحات الواجهة الغربية لفناء منزل زينب خاتون.

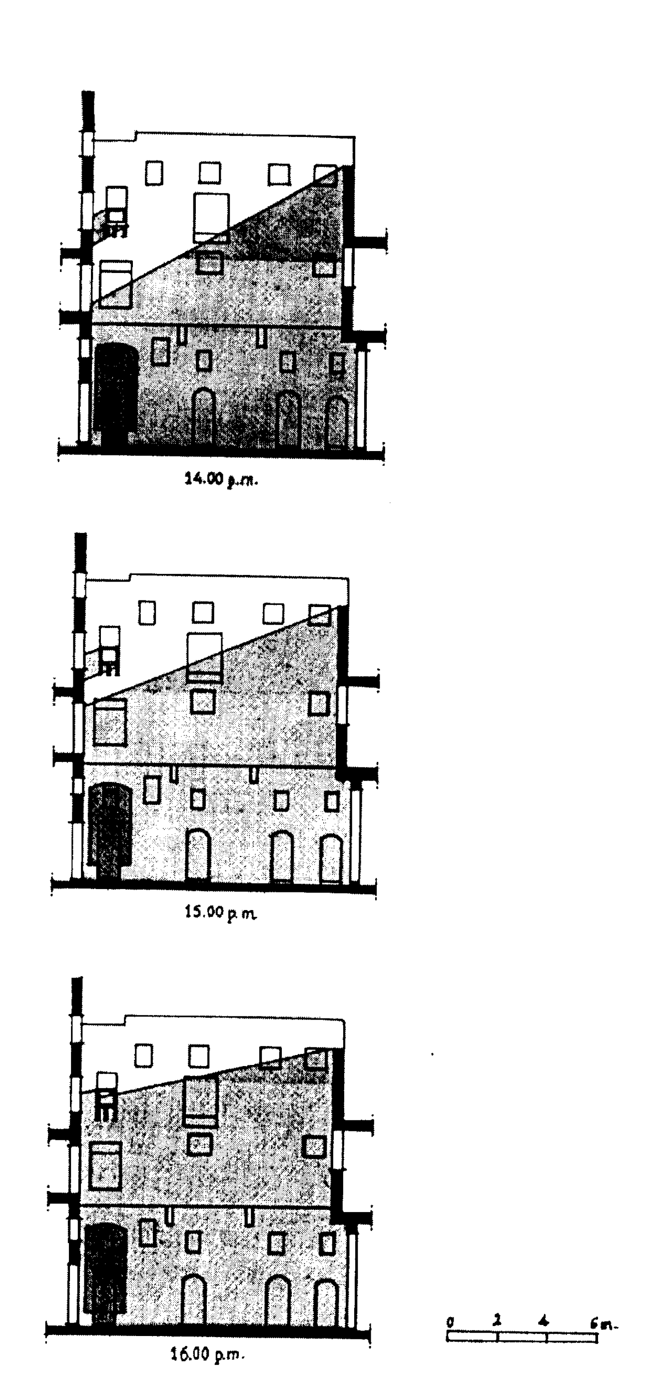


شكل (٨٦) تفصيلة الخرط الخشبي من نوع F1 لبعض فتحات فناء منزل زينب خاتون.

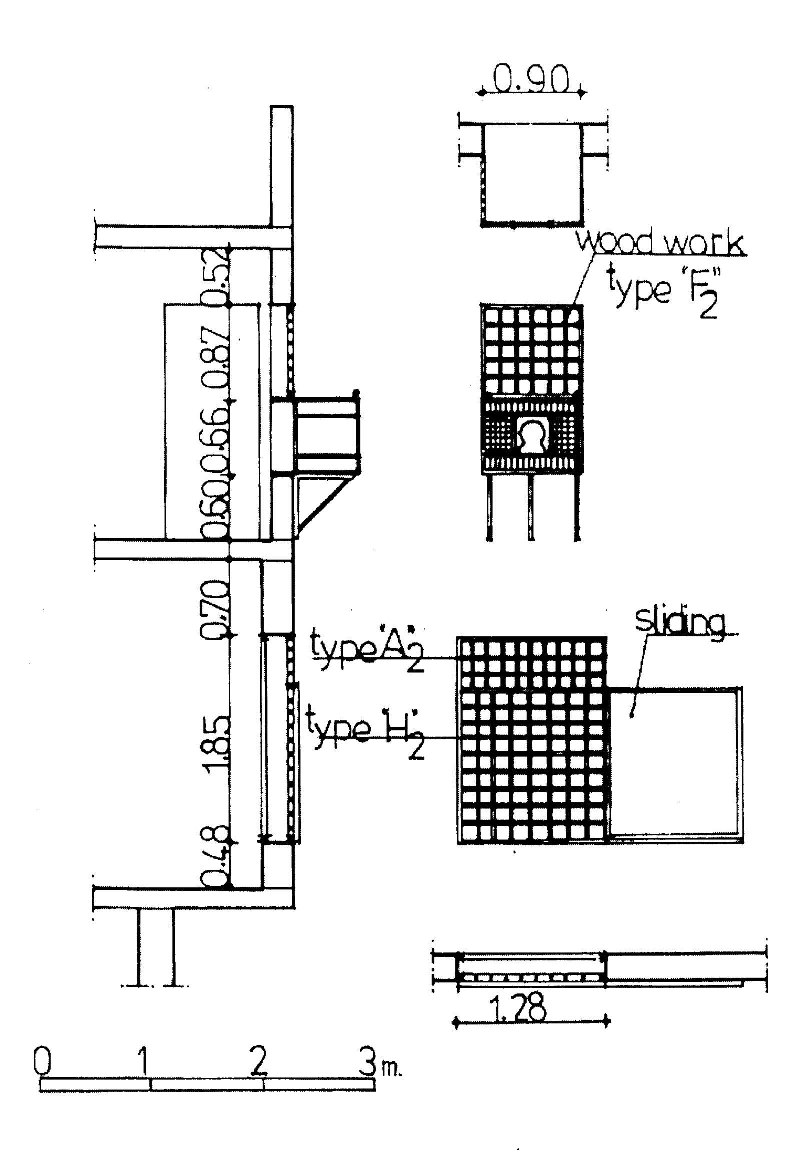


شكل (٨٧) المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة الغربية لفناء منزل جمال الدين

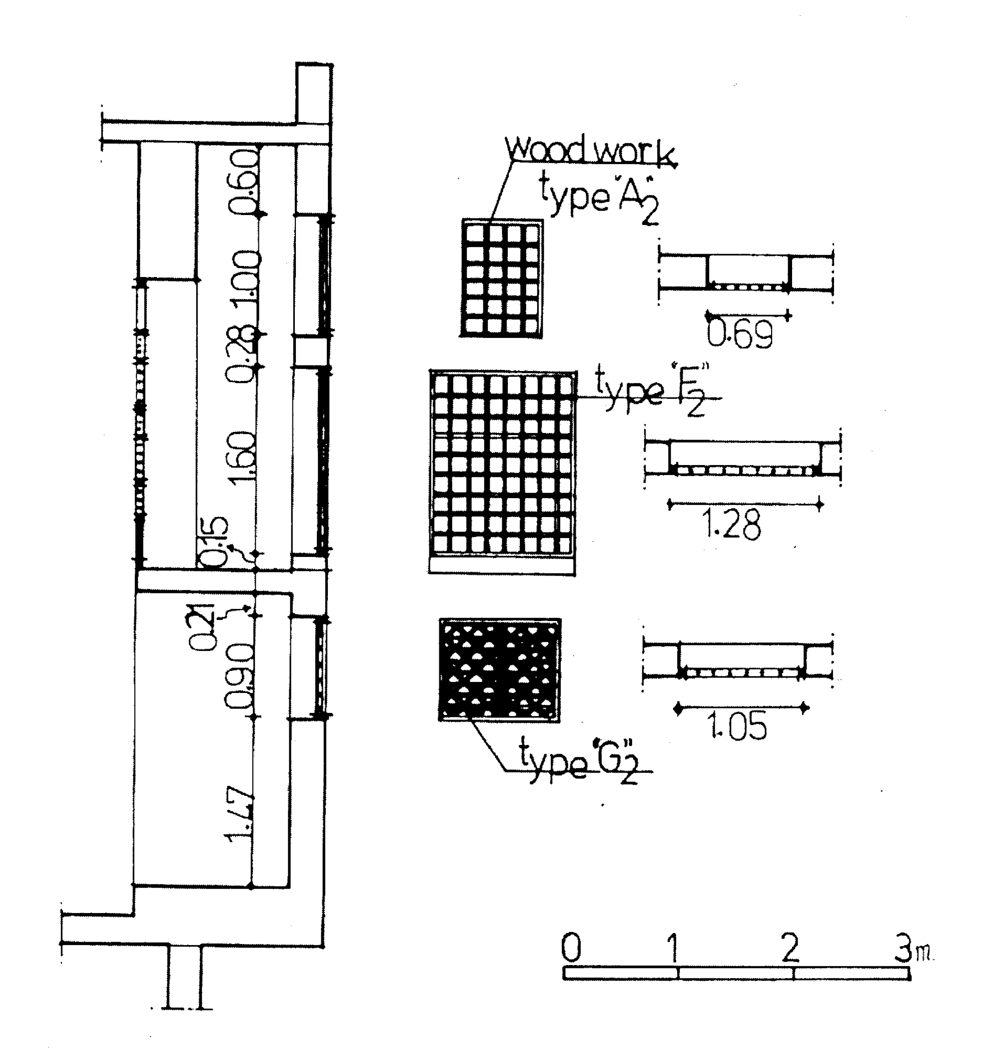
الذهبي يوم ٢١ يونية.



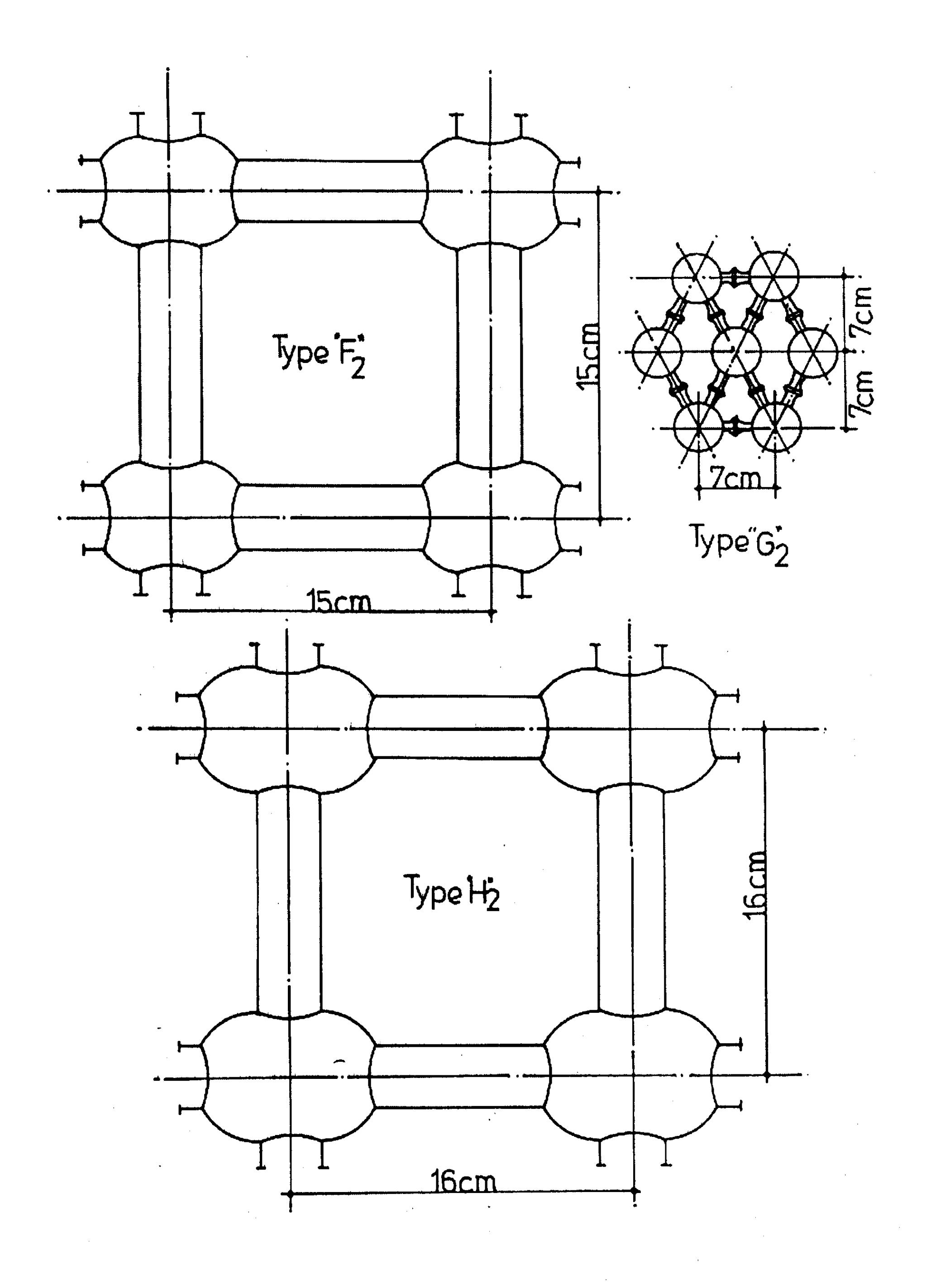
شكل (٨٨) المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة الغربية لفناء منزل جمال الدين الذهبي يوم ٢١ ديسمبر.



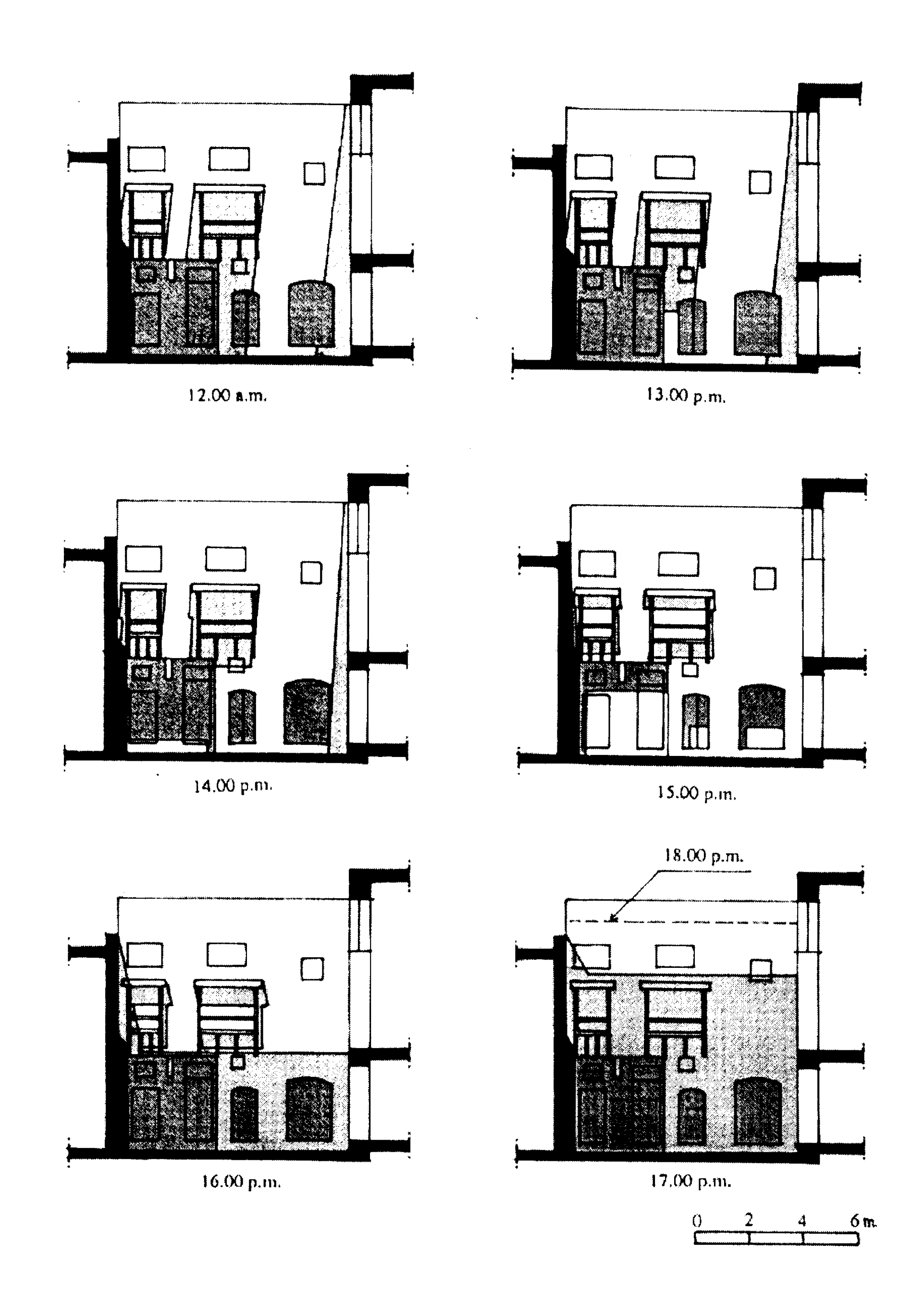
شكل (٨٩) تفاصيل بعض فتحات الواجهة الغربية لفناء منزل جمال الدين الذهبي.



شكل (٩٠) تفاصيل بعض فتحات الواجهة الغربية لفناء منزل جمال الدين الذهبى.



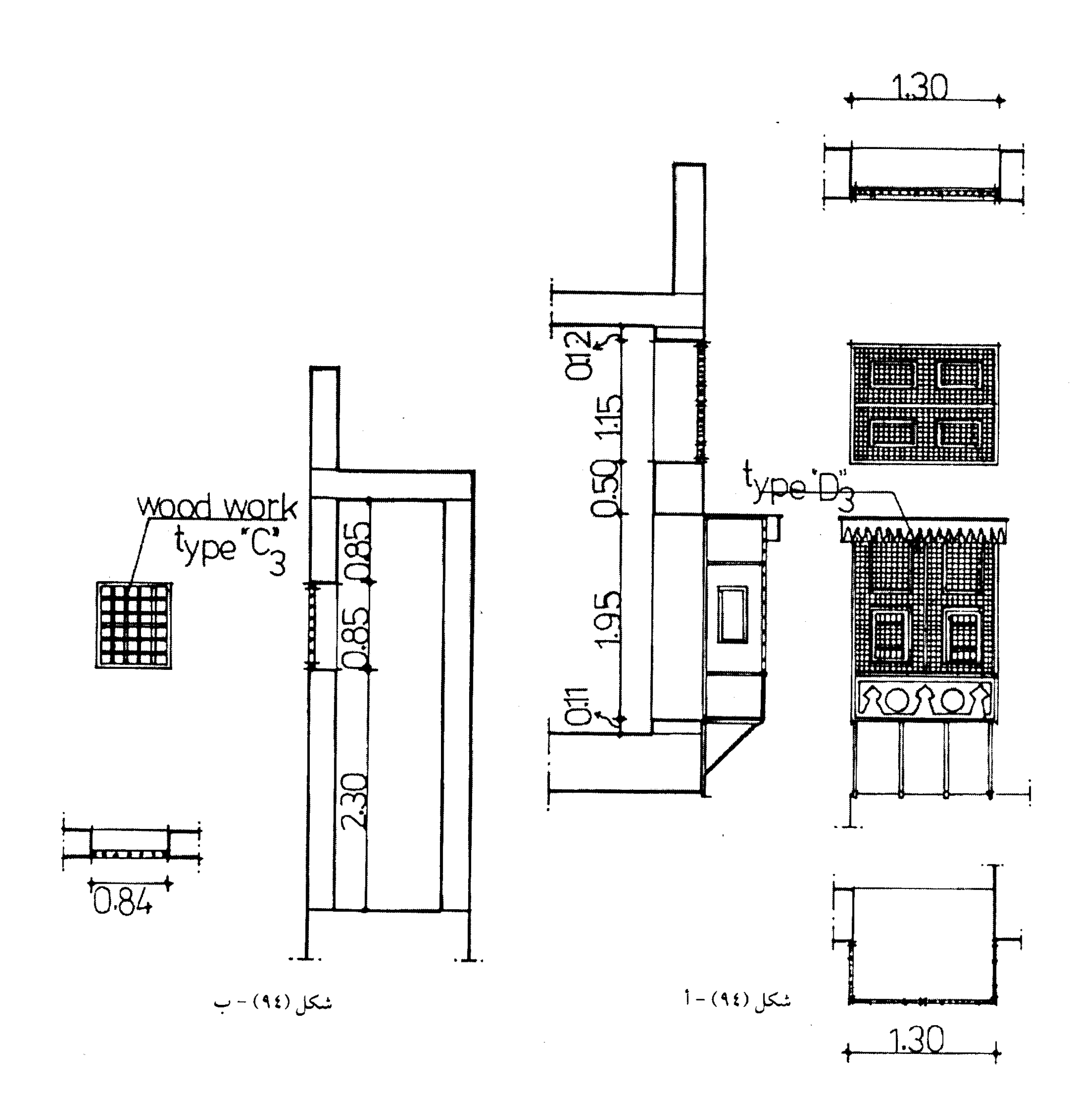
شكل (٩١) تفاصيل أعمال الخرط الخشبي لبعض فتحات فناء منزل جمال الدين الذهبي.



شكل (٩٢) المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة الغربية لفناء منزل السنارى يوم ٢١ يونية.



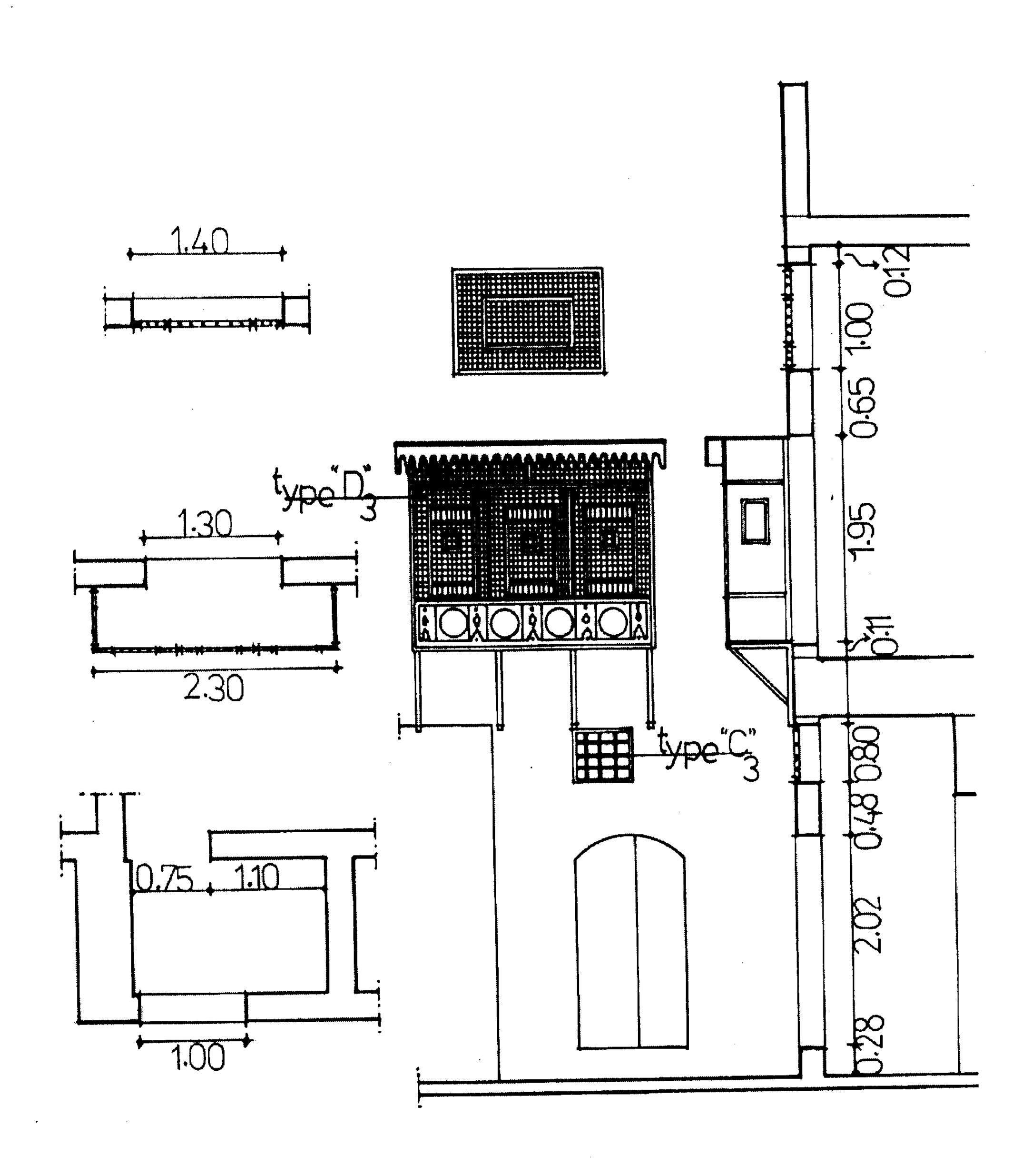
شكل (٩٣) المساحات المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة الغربية لفناء منزل السنارى يوم ٢١ ديسمبر.



شكل (٩٤) - ب

شكل (٩٤) - أ

شكل (٩٤) تفاصيل بعض فتحات الواجهة الغربية لفناء منزل السنارى.



شكل (٩٥) تفاصيل بعض فتحات الواجهة الغربية لفناء منزل السنارى.

٢.٤. النتائج والتوصيات:

يمكن إيجاز النتائج المتحصل عليها من الدراسة المقارنة للأفنية الثلاثة السابقة فيما يلى:

١ ـ أظهرت دراسة الأبعاد الهندسية للأفنية الثلاثة أن متوسط ارتفاع الحوائط لم يتجاوز مرة ونصف طول أقل ضلع بالمسقط الأفقى وهو ما يتفق مع الدراسات السابقة والتى فضلت بألا يزيد الارتفاع عن ضعف أقل ضلع بالمسقط الأفقى.

٢ ـ أظهرت الدراسة المقارنة للأداء الحرارى للأفنية الثلاثة أن فناء زينب خاتون يستقبل أقل كمية من الإشعاع الشمسى يوم ٢١ يونيه (فترة الحرارة الزائدة) وهذا يوضح أنه توجد علاقة بين درجة احتواء الفناء وكمية الإشعاع الشمسى المستقبلة صيفاً خاصة على أرضيات الفناء، كما أوضحت الدراسة أن واجهات فناء منزل جمال الدين الذهبى (الواجهات الشرقية والجنوبية والغربية) تستقبل أقل كمية من الإشعاع الشمسى يوم ٢١ يونيه (الصيف) كما أنها تستقبل أكبر كمية من الإشعاع الشمسى شتاءً. أما بالنسبة للفتحات فإن فتحات فنائى منزل زينب خاتون ومنزل السنارى تستقبل أقل كمية إشعاع شمسى يوم ٢١ يونيه، كما تستقبل فتحات فناء جمال الدين الذهبى أكبر كمية إشعاع شمسى شتاءً.

٣ ـ أوضحت الدراسة أن لكل واجهة من واجهات الفناء وكذلك تفاصيل فتحاته تصميم خاص ومختلف حسب توجيهها وتعرضها للشمس، وأن الاستخدام المناسب لأماكن البروزات ومقدارها قد ساهم فى توفير الظلال على الواجهات خاصة الجنوبية وكذلك على الأرضيات لفترات طويلة صيفاً.

٤ ـ يعتبر العامل الأساسى لتقويم الأداء الحرارى لأى فناء (أو مبنى) هو معرفة كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة صيفاً أو شتاءً ولا يكون الاكتفاء فقط بإيجاد الظلال على الواجهات أو بتوفير نسبة معينة للفتحات بها، حيث أوضحت الدراسة أن بعض الواجهات بها نسب فتحات أقل من الواجهات الأخرى فى حين أن هذه الفتحات تتعرض لكميات أكبر من الإشعاع الشمسى صيفاً.

❖ أما أهم التوصيات التى توصلت إليها الدراسة السابقة ما يلى:

أولاً: يوصى باستعمال الأفنية الداخلية فى تصميم المبانى بالمناطق الحارة الجافة لما لها من تأثير مناخى جيد حيث أن الظلال المتكونة تساهم إلى حد كبير فى خفض درجات الحرارة

بالفناء الداخلى نهاراً فى فترات الذروة الحرارية.

ثانيـاً: اهتمام كبير يجب أن يراعى عند اختيار التوجيه والأبعاد الهندسية للفناء خاصة ارتفاع الواجهات وأماكن البروزات بالحوائط ومقدارها وتفاصيل الفتحات وأماكنها لكى يحقق التصميم أقل اكتساب حرارى صيفاً وأكبر اكتساب حرارى شتاءً.

ثالثـاً: أول مرحلة من مراحل التصميم الشمسى تكون بحساب كميات الإشعاع الشمسى المستقبلة بواسطة الأسطح صيفاً وشتاءً سواء كان ذلك للأفنية الداخلية أو المبانى بصفة عامة ثم يأتى فى المرحلة الثانية للتصميم اختيار المواد ذات السعة الحرارية العالية وكذلك لون الأسطح وملمسها وباقى العناصر التصميمية والتى تتحكم فى عمليات التبادل الحرارى بين الفراغات الخارجية والفراغات الداخلية للمبنى.

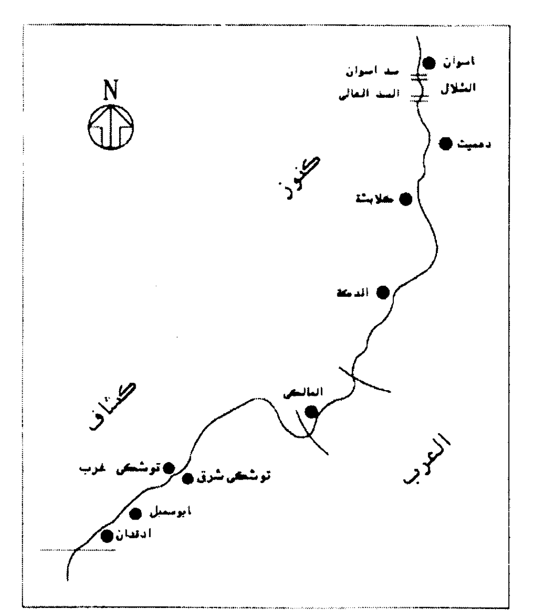
رابعـاً: يمكن إيجاد تهوية طبيعية بالمبانى باستخدام "مبدأ الفنائيْن" حيث يكون الفناء الأصغر مساحة مظللاً معظم أوقات النهار والفناء الأكبر معرضاً للشمس بصورة أكبر فيتم انتقال الهواء من الفناء المظلل إلى الفناء المشمس عن طريق الفتحات أو الفراغات المعمارية الموضوعة بينهما.

خامساً: يوصى باستخدام نفس مبادئ تصميم الفناء الداخلى بصفة عامة عند تصميم الفراغات الخارجية المكشوفة، وهذا يوضح عدم جدوى تكرار استخدام نماذج معمارية لمبانى ذات واجهات متطابقة التصميم حول الفراغات الخارجية المكشوفة وذلك من وجهة نظر التصميم الشمسى، بل يجب أن يكون لكل واجهة من واجهات هذه النماذج التصميم الخاص بها حسب توجيهها بالموقع.

الفصل الثالث

□ أسس تصميم الفناء الداخلى والفراغات المكشوفة فى "توشكى"

لقد أصبح اسم "توشكى" يتردد فى الآونة الأخيرة كمشروع ضخم يمثل إنطلاقة حضارية جديدة تؤكد دخول مصر للقرن الحادى والعشرون ومواكبة للتحول العالمى والذى يتجه للمشاريع العملاقة التى تخطط على أساس الرؤية المستقبلية البعيدة المدى من أجل تحقيق حياة كريمة للأجيال القادمة.



شكل (٩٦) خريطة توضح بعض بلاد النوبة القديمو موضحاً عليها موقع توشكى شرق وتوشكى غرب. (After Serageldin,1992)

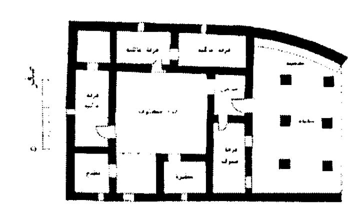
وكلمة "توشكى" كلمة نوبية معناها موطن نبات الغبيرة، وقد كانت منطقة توشكى تضم قريتيّن إحداهما شرق النيل وتسمى توشكى شرق والأخرى غرب نهر النيل وتسمى توشكى غرب، شكل (٩٦)، وقد كانت توشكى غرب تقع على الضفة الغربية للنيل القديم بطول ٣٠ كيلو متراً، منتصفها يبعد ٢٤٠ كيلو متر جنوب خزان أسوان، وهى تقع جنوب الموقع الحالى لمحطة الرفع بحوالى ٥ كيلو متر، وقد كانت تضم حوالى ١٢ نجعاً كلهم من قبائل الكنوز والدوية بالإضافة لبعض الأسر المحدودة من قبائل العبابدة والبشايرة. أما قرية توشكى شرق فقد كانت أراضيها ضيقة وصخرية لملاصقة النيل لها، لذلك كان معظم سكانها يلجأ إلى قرية توشكى غرب للزراعة، وكان سكان توشكى يستخدمون المراكب الشراعية كوسيلة للتنقل بين القريتين عبر نهر النيل (الخربوطلى وعبد العاطى، ١٩٩٨).

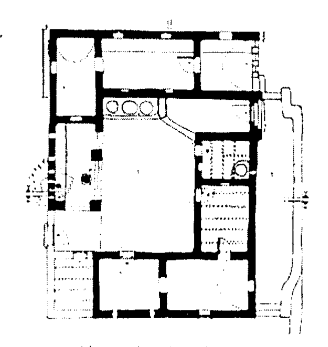
وقد تميزت قريتا توشكى - غرب وشرق - بمبانى اعتمدت فى بناءها على المواد والخامات المحلية من الطين والحجر الرملى النوبى المتوفرة فى المنطقة، أما الأسقف فكانت تصنع من جريد النخيل المحمول على جذوع النخيل أيضاً، ويذكر أحد الباحثين (El - Hakim, 1993) أن الفناء الداخلى كوسيلة للتهوية موجود فى أغلب مساكن النوبة القديمة التى زارها أو سجلها فى دراساته، شكل (٩٧).

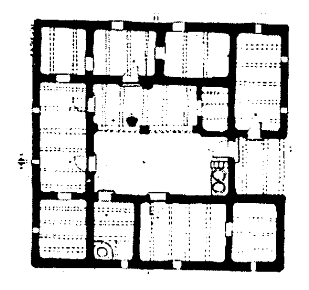
وتبدأ توشكى من خور توشكى، ثم مفيض توشكى ثم تمتد حتى تصل إلى الموقع الجديد

الذى تم اختيـاره لتبـدأ منه قناة الوادى الجـديد، شكل (٩٨)، وتتسم الحالة المناخية لمنطقة المشروع بتوشكى (خط عرض ٢٢,٤٠° شمالاً) بطول فترة سطوع الشـمس حيث تصل إلى ١٣ سـاعـة يومياً، كـمـا يلاحظ أن فـرق درجـة الحـرارة بين الليل والنهار عال جداً يصل إلى حوالى ١٧°م، كما يصل تركيز الطاقة الشمسية على منطقة المشروع إلى ٥ كيلو وات على المتر المربع فى اليوم الواحد، كما تتأثر بكتل هوائية حارة فى فصل الصيف وكتل هوائيـة قطبيـة باردة مـصحوبة برمـال مـثارة وعواصف رملية أحياناً فى فصل الشتاء، ونظراً لارتفـاع درجـة الحـرارة وقلة الرطوبة واعـتـدال الرياح وسطوع الشمس معظم ساعات النهار على مدار العـام فإن كميـة البخر من الممكن أن تكون عالية (الخربوطلى، وعبد العاطى، ١٩٩٨).

وعلى الرغم من أن العـديد من البـاحـثين قـد تعرضوا لدراسة الفناء الداخلى ولكن معظم هذه الدراسـات قد تركزت على مدينة القـاهرة (خط عرض ٣٠° شمالاً)، ونظراً لوقوع منطقة "توشكى" (خط عـرض ٢٢,٤٠° شـمـالاً) فى منطقة قريبة جـداً من مـدار السـرطان فـإن ذلك يجـعل لهـا خصـائص مناخيـة مـختلفـة عن العديد من المناطق الأخرى فى مصـر حيث يختلف فى هذه المنطقة نمط تعرض واجهات المبانى للإشعاع الشمسى نتيجة لاختلاف زوايا الانحراف الأفقى للشمس والتى لا تتعدى (٨٢,٧٤°) حتى الساعة الحادية عشر ظهراً (يوم ٢١ يونيه) مما يزيد من عدد ساعات تعرض الواجهات البحرية مقارنة بمناطق أخرى كالقاهرة مثلاً مما يحتم على المصمم التعامل بفكر تصميمى مختلف لمجابهة هذه الظروف المناخية الخاصة.

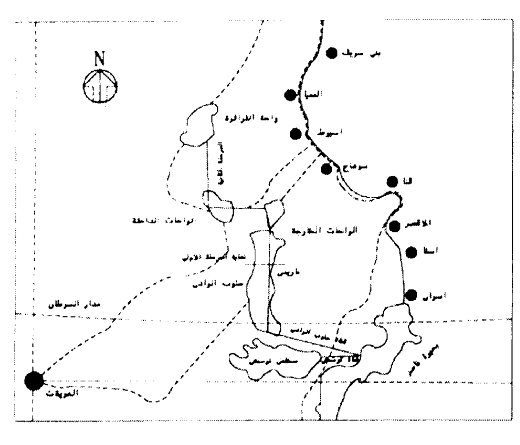






شكل (٩٧) الفناء الداخلى بمساكن النوبة القديمة.
(After El-Hakim, 1993)

لذلك فإن هذا البحث يهدف إلى المساهمة فى استنباط لغة معمارية خاصة بمنطقة "توشكى" تتمشى مع الخصائص والظروف المناخية المميزة لها وذلك من خلال التنبؤ بالأبعاد الهندسية وأماكن الفتحات بالفناء الداخلى فى هذه المنطقة والذى يعتبر كأحد أهم الحلول المعمارية التقليدية فى منطقة "توشكى" بصفة خاصة والمناطق الحارة الجافة بصفة عامة (أحمد و وزيرى، ١٩٩٩).



شكل (٩٨) خريطة توضح منطقة جنوب الوادى وقناة ومنخفض توشكى (٢٢,٤٠ شمالاً). (المصدر: حمدى، ١٩٩٨)

٣ . ١ . استنباط الأبعاد الهندسية للفناء الداخلى بمنطقة توشكى:

تعتمد الدراسة على اختيار نموذج اختبارى أساسى ويتم التعامل معه من خلال ثلاثة متغيرات تعطى نماذج متعددة منبثقة من النموذج الاختبارى الأساسى وهذه المتغيرات هى:

١ . تغيير الأبعاد الهندسية للمسقط الأفقى.

٢ . تغيير الارتفاع.

٣ . تغيير التوجيه.

وقد كان معيار التفضيل بين النماذج المختلفة هو اختيار النموذج ذو الأبعاد الهندسية والذى يحقق أقل اكتساب للطاقة الشمسية يوم ٢١ يونيه (وهو يمثل فترة الذروة الحرارية) كما يحقق فى نفس الوقت أكبر اكتساب للطاقة الشمسية يوم ٢١ ديسمبر (وهو يمثل فترة الذروة الباردة).

وقد تم استخدام برنامج كمبيوتر قام بحساب زوايا ارتفاع الشمس وزوايا الانحراف الأفقى لها كما قام بحساب زوايا الظل الرأسية والأفقية وكميات الإشعاع الشمسى الساقطة على أرضيات وحوائط النماذج الاختبارية المختلفة حسب توجيهها والتى تقع جميعها فى خط عرض ٢٢,٤٠ شمالاً ممثلاً لمنطقة توشكى.

٣ . ١ . ١ . اختيار النموذج الاختبارى الأساسى:

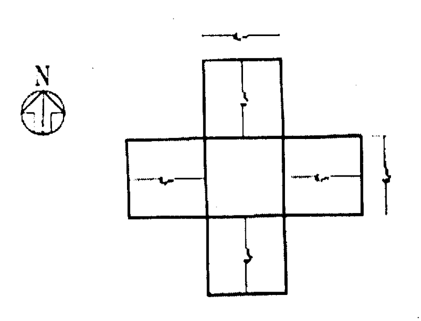
تم اختيار النموذج الاختبارى الأساسى ليمثل فناء مربع المسقط ومحاط بأربعة حوائط

لمبنى يطل عليه بغرف عرض واجهة كل منها أربعة وحدات وارتفاعها أربعة وحدات أيضاً، وبذلك يصبح النموذج الاختبارى الأساسى للفناء (أوالفراغ المكشوف) بأبعاد (٤ × ٤ × ٤) وحده وذو حجم ثابت (٦٤ وحده مكعبة)، أى بنسب تشكيل حجمى (١ : ١ : ١) وبدرجة احتواء تساوى (٤)، أنظر شكل (٩٩).

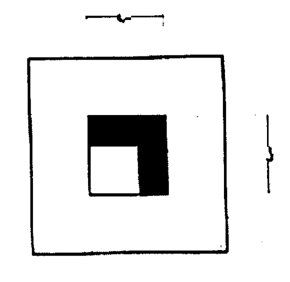
٣ . ١ . ١ . ١ . نماذج المتغير الأول (أبعاد المسقط الأفقى):

ويتم فى هذه النماذج تغيير الأبعاد الهندسية للمسقط الأفقى للنموذج الاختبارى مع ثبات التوجيه جهة الشمال الجغرافى وثبات مساحة المسقط (١٦ وحدة مربعة) وثبات الارتفاع (٤ وحدة) وبالتالى ثبات الحجم (٦٤ وحدة مكعبة).

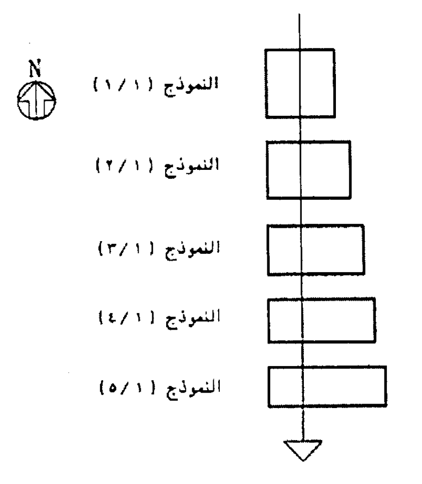
وقد تم اختيار نسب الاستطالة للنماذج التى يتم فيها زيادة الواجهات الشمالية والجنوبية بالنسبة للواجهات الشرقية والغربية، شكل (١٠٠)، حيث أن العديد من الدراسات والأبحاث السابقة قد أثبتت أنه كلما تم تقليل نسب استطالة الواجهتيّن الشرقية والغربية يكون هذا أفضل من وجهة نظر الأداء الحرارى سواء للمبانى أو للفراغات والأفنية المكشوفة وقد تم توضيح نسب التشكيل الفراغى لهذه النماذج طبقاً



افراد الفناء الداخلى



شكل (٩٩) النموذج الاختبارى الأمامى عبارة عن فناء مربع أبعاده (٤×٤×٤) وحدة.



تغيير نسب الاستطالة مع ثبات المساحة و الحجم و التوجيه

شكل (١٠٠) يوضح نسب التشكيل الحجمى لنماذج المتغير الأول.

للجدول رقم (٧) والذى يوضح أيضاً نتائج تعرض النماذج السابقة صيفاً (يوم ٢١ يونيه) وشتاءً (يوم ٢١ ديسمبر)، ويتضح بالنسبة لتعرض واجهات النماذج المختلفة أنه كلما زادت استطالة الفناء فإن كميات الطاقة الشمسية المستقبلة صيفاً تقل مع الثبات النسبى لكمية الطاقة الشمسية المستقبلة شتاءً بدءاً من النموذج الثالث ومن ذلك يتضح أفضلية الفناء الداخلى ذو المسقط المستطيل عن الفناء ذو المسقط المربع، كما يفضل ألا تقل الأبعاد الهندسية للفناء عن (١ : ٢,٠٠ : ١,٤٠) وهى تمثل (الطول : العرض : الارتفاع) وكلما زادت نسبة استطالة الفناء فإن ذلك يؤدى إلى تحسين الأداء الحرارى له صيفاً وشتاءً، لذلك فلقد تم اختيار النموذج (٤/١) والذى درجة احتوائه (٤,٤٠) ونسب أبعاده الهندسية (١ : ٢,٥٠ : ١,٥٨) وهى تحقق نسبة تشكيل واستطالة مقبولة فى الواقع العملى (وممثلاً للنماذج المستطيلة) ليتم اختبار هذا النموذج بالنسبة للمتغيرين الثانى والثالث.

جدول رقم (٧): نتائج تعرض نماذج المتغير الأول (التغيير فى أبعاد المسقط الأفقى)

النمـاذج / البيـانات	النموذج الأول (١/١)		الثانى (١/٢)		الثالث (١/٣)		الرابع (١/٤)		الخامس (١/٥)	
درجة الاحتواء	٤		٤,٠٦		٤,٢٠		٤,٤٠		٤,٦٠	
نسب الأبعاد الهندسية	١ : ١ : ١		١ : ١,٥٠ : ١,٢٢		١ : ٢,٠٠ : ١,٤٠		١ : ٢,٥٠ : ١,٥٨		١ : ٣,٠٠ : ١,٧٣	
فترة التعرض	صيف	شتاء	صيف	شتاء	صيف	شتاء	صيف	شتاء	صيف	شتاء
أرضية الفناء	٤٦٧٧٨	صفر	٥٢٠٤٤	صفر	٥٤٩٩٨	صفر	٥٧٠٩١	صفر	٥٧٨٨٣	صفر
الواجهة البحرية	٧١٣٧	صفر	٩٩١٩	صفر	١٢٦٥٩	صفر	١٥١١٠	صفر	١٧٣٨١	صفر
الواجهة الشرقية	٢٧٠٩٦	١٠٣٤٨	٢٢٩٨١	٧٠٨٤	١٩٩٨٤	٥٢٩٥	١٧٥٠٢	٤٢٣٥	١٥٧١٠	٢٥٣٦
الواجهة الجنوبية	٢٦٠	٤٩٢٢٤	٣١٨	٥٥٩٥٣	٣٦٨	٥٩٥٤٩	٤١١	٦١٦٧٥	٤٥٠	٦٣٠٧٩
الواجهة الغربية	٢٧٠٩٦	١٠٣٤٨	٢٢٩٨١	٧٠٨٤	١٩٩٨٤	٥٢٩٥	١٧٥٠٢	٤٢٣٥	١٥٧١٠	٢٥٣٦
إجمالى تعرض الواجهات	٦١٥٨٩	٦٩٩٢٠	٥٦١٩٩	٧٠١٢١	٥٢٩٩٥	٧٠١٣٩	٥٠٥٢٥	٧٠١٤٥	٤٩٢٥١	٧٠١٥١
إجمالى (أرضية + واجهات)	١٠٨٣٦٧	٦٩٩٢٠	١٠٨٢٤٣	٧٠١٢١	١٠٧٩٩٣	٧٠١٣٩	١٠٧٦١٦	٧٠١٤٥	١٠٧١٣٤	٧٠١٥١

٢.١.١.٣. نماذج المتغير الثانى (الارتفاع):

أما فى حالة المتغير الثانى (الارتفاع) فقد تم تحديد نموذجيّن اختبارييّن منسوبيّن إلـــى النمـوذج المستنتج من المتـغيـر الأول وهو رقم (٤/١)، وقد تم مـراعـاة تثبيت جمـيع البيـانات الهندسيـة للنمـاذج الثلاثة وهى نسب الأبعاد الهندسيـة للمسـاقط الأفـقيـة وهى (١ : ٢,٥٠) وحجم الفراغ ويمثل (٦٤ وحدة مكعبة)، وتثبيت توجيه المحور الطولى للفراغ بحيث يأخذ اتجاه شرق - غرب أى متعامد على الشمـال الجغرافى، مع تقليل الارتفاع بمقدار وحدة واحدة ويمثله النمـوذج (١/٤/١) وزيادة الارتفـاع بمقدار وحدة واحـدة ويمثله النموذج (٢/٤/١) لمعرفة تأثير ذلك على الأداء الحرارى لكل من النموذجيّن الجديديّن، وجدول رقم (٨) يوضح نسب التشكيل الفـراغى للنمـاذج الثلاثة السـابقـة ومنه يتضح أنه بتقليل الارتفـاع وحدة واحـدة ويمثله النمـوذج (١/٤/١) فتـزداد كمية تعرض واجهات وأرضية الفناء للإشعـاع الشمسى صيفـاً وشتـاءً، أمـا زيادة الارتفاع وحدة واحدة ويمثله النموذج (٢/٤/١) فإن كميـة الإشعـاع الشـمسى المستقبل بواسطة واجهات وأرضية الفناء تقل صيفاً وشتاءً وذلك بالمقارنة بالنموذج (٤/١) والذى يمثل نتائج متوسطة بين النموذجيّن السـابقيّن وقد حقق هذا النموذج توازناً نسبيـاً من حيث قلة التعرض للإشعاع الشمسى صيفاً وتعرض لقدر مناسب للإشعاع الشمسى شتاءً.

جدول رقم (٨): نتائج تعرض نماذج المتغير الثانى (تغيير الارتفاع)

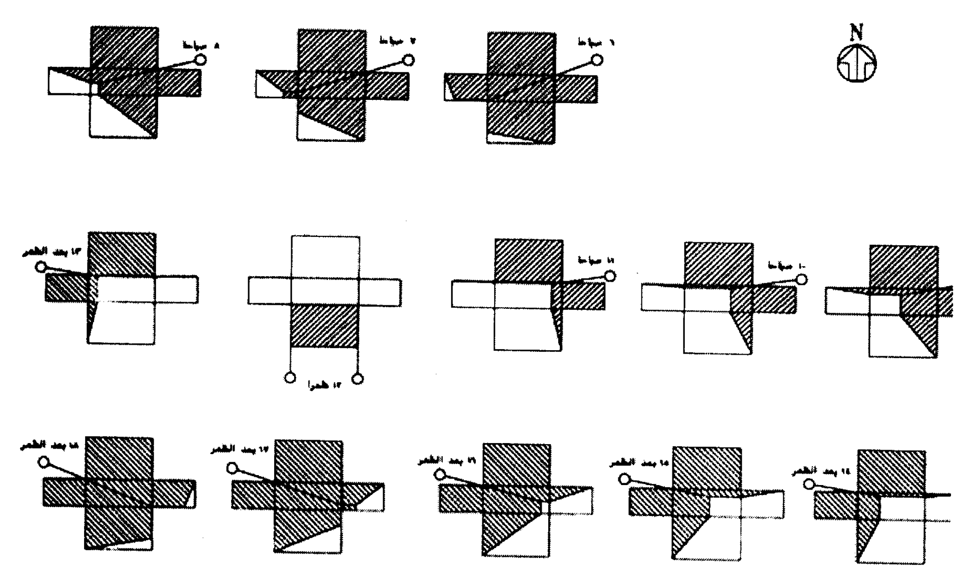
النمـــاذج / البيـانات	نموذج (١/٤/١)		نموذج (١/٤)		نموذج (١/٤/٢)	
درجة الاحتواء	٢,٨٧		٤,٤٠		٦,١٧	
نسب الأبعاد الهندسية	١ : ٢,٥٠ : ١,٠٢		١ : ٢,٥٠ : ١,٥٨		١ : ٢,٥٠ : ٢,٢٠	
فترة التعرض	صيف	شتاء	صيف	شتاء	صيف	شتاء
أرضية الفناء	٩٣٧٣٩	صفر	٥٧٠٩١	صفر	٣٨٢٣٣	صفر
الواجهة البحرية	١٦٤٤٦	صفر	١٥١١٠	صفر	١٣٥٦٣	صفر
الواجهة الشرقية	١٧٣٥٦	٥٥٦٠	١٧٥٠٢	٤٢٣٥	١٧٥٢٦	٣٣٥٢
الواجهة الجنوبية	٣٥٦	٨٠٩٩٧	٤١١	٦١٦٧٥	٤٥٩	٤٨٦٩٥
الواجهة الغربية	١٧٣٥٦	٥٥٦٠	١٧٥٠٢	٤٢٣٥	١٧٥٢٦	٣٣٥٢
إجمالى تعرض الواجهات	٥١٥١٤	٩٢١١٧	٥٠٥٢٥	٧٠١٤٥	٤٩٠٧٤	٥٥٣٩٩
إجمالى (أرضية + واجهات)	١٤٥٢٥٣	٩٢١١٧	١٠٧٦١٦	٧٠١٤٥	٨٧٣٠٧	٥٥٣٩٩

٣.١.١.٣. نماذج المتغير الثالث (التوجيه):

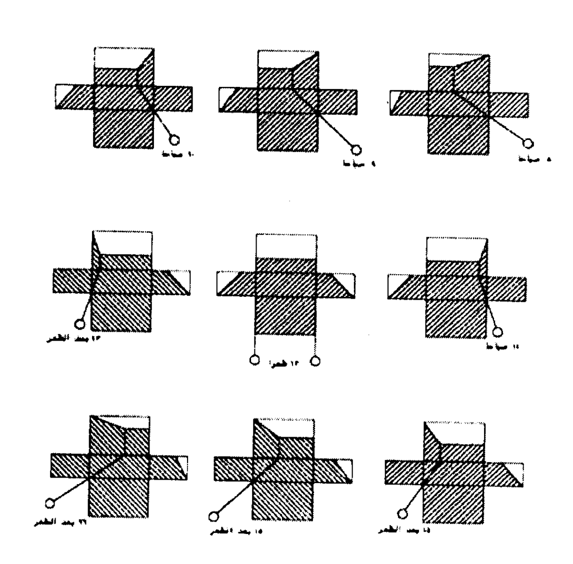
أما عن نماذج المتغير الثالث فلقد تم تحديد عدد ستة نماذج منسوبة إلى النموذج (٤/١) والذى حقق أفضل النتائج بالنسبة للمتغير الثانى، وقد تم تثبيت جميع النسب التشكيلية لهذا النموذج مع تغيير التوجيه بحيث يواجه محوره الطولى الاتجاهات الموضحة فى جدول رقم (٩) والذى يوضح أيضاً نتائج تعرض النماذج السابقة، ومنه يتضح أن النموذج (٤/١) شكل (١٠١ - أ، ب) والذى يواجه محوره الطولى اتجاه الشمال الجغرافى يحقق أفضل النتائج من حيث تعرض الواجهات لأقل كمية إشعاع شمسى صيفاً وأكبر تعرض لكمية الإشعاع الشمسى شتاءً، كما يتضح أنه كلما انحرف التوجيه عن الشمال بدءاً من ١٥° وحتى ٤٥° سواء إلى الشرق أو الغرب فإن النتائج تصبح أسوأ صيفاً وشتاءً حيث أن تعرض الواجهات ذات الاستطالة الأكبر بالنماذج السابقة يزيد من استقبالها لكميات الإشعاع الشمسى صيفاً كلما انحرف المحور الطولى للنموذج عن الشمال الجغرافى سواء للشرق أو الغرب وهو ما يتفق مع العديد من الدراسات السابقة.

جدول رقم (٩): نتائج تعرض نماذج المتغير الثالث (التوجيه)

النماذج / البيانات	(١/٤/٤٥ شرق)		(١/٤/٤٠ شرق)		(١/٤/١٥ شرق)		(١/٤)		(١/٤/١٥ غرب)		(١/٤/٤٠ غرب)		(١/٤/٤٥ غرب)	
التوجيه	٤٥ شرق الشمال		٤٠ شرق الشمال		١٥ شرق الشمال		الشمال (صفر)		١٥ غرب الشمال		٤٠ غرب الشمال		٤٥ غرب الشمال	
درجة الاحتواء	٤,٤٠													
نسب الأبعاد الهندسية	(١ : ٢,٥٠ : ١,٥٨)													
فترة التعرض	صيف	شتاء	صيف	شتاء	صيف	شتاء	صيف	شتاء	صيف	شتاء	صيف	شتاء	صيف	شتاء
أرضية الفناء	٤٠٥٠٥	١٥٤٩	٤٦٣٤٣	٨٣	٥٤٣٧١	صفر	٥٧٠٩١	صفر	٥٤٣٧١	صفر	٤٦٣٤٣	٨٣	٤٠٥٠٥	١٥٤٩
الواجهة البحرية	٣١٠٠٦	٩٣٧	٢٥٣٩١	صفر	١٨٣٤١	صفر	١٥١١٠	صفر	١٨٣٤١	صفر	٢٥٣٩١	صفر	٣١٠٠٦	٩٣٧
الواجهة الشرقية	٥٥١٩	٢٢٤٦٢	٨٥٢٤	١٤٧٨٤	١٢٤٢٩	٨١٥١	١٧٥٠٢	٤٢٣٥	٢٠٧٥٦	٢١٣٢	١٦٤٥٣	٨٠٦	١٠٧٦٨	١٤٩
الواجهة الجنوبية	٢٢١٣٣	٤٤١٣١	١٢٥٥٣	٤٩٥٦٦	٣٠٣٢	٥٨٦١٨	٤١١	٦١٦٧٥	٣٠٣٢	٥٨٦١٨	١٢٥٥٣	٤٩٥٦٦	٢٢١٣٣	٤٤١٣١
الواجهة الغربية	١٠٧٦٨	١٤٩	١٦٤٥٣	٨٠٦	٢٠٧٥٦	٢١٣٢	١٧٥٠٢	٤٢٣٥	١٢٤٢٩	٨١٥١	٨٥٢٤	١٤٧٨٤	٥٥١٩	٢٢٤٦٢
إجمالى تعرض الواجهات	٦٩٤٢٦	٦٧٦٧٩	٦٢٩٢١	٦٥١٥٦	٥٤٥٥٨	٦٨٩٠١	٥٠٥٢٥	٧٠١٤٥	٥٤٥٥٨	٦٨٩٠١	٦٢٩٢١	٦٥١٥٦	٦٩٤٢٦	٦٧٦٧٩
إجمالى (أرضية + واجهات)	١٠٩٩٣١	٦٩٢٢٨	١٠٩٢٦٤	٦٥٢٣٩	١٠٨٩٢٩	٦٨٩٠١	١٠٧٦١٦	٧٠١٤٥	١٠٨٩٢٩	٦٨٩٠١	١٠٩٢٦٤	٦٥٢٣٩	١٠٩٩٣١	٦٩٢٢٨



شكل (١٠١-أ) المساحات المظللة والمعرضة للشمس يوم ٢١ يونية للنموذج (١\٤)



شكل (١٠١-ب) المساحات المظللة والمعرضة للشمس يوم ٢١ ديسمبر للنموذج (١\٤)

٢.٣. التنبؤ بأماكن الفتحات بواجهات الفناء الداخلى:

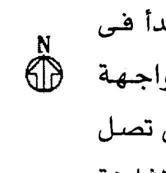
وفى هذا الجزء من الدراسة نحاول أن نوضح كيفية التنبؤ بأماكن الفتحات بواجهات الفناء الداخلى المختلفة بحيث تتعرض لأقل كمية إشعاع شمسى صيفاً وأكبر كمية إشعاع شمسى شتاءً، فلقد أوضحت إحدى الدراسات (Wazeri, 1997) أن العامل الأساسى فى تصميم الواجهات بصفة عامة هو محاولة تقليل تعرضها للإشعاع الشمسى صيفاً مع تعظيم تعرضها للإشعاع الشمسى شتاءً فى نفس الوقت ولا يكون الاكتفاء فقط بإيجاد الظلال على الواجهات صيفاً أو توفير نسبة معينة للفتحات بكل واجهة حيث أن بعض الواجهات يوجد بها نسب فتحات أقل من واجهات أخرى فى حين أنها تتعرض لكميات أكبر من الإشعاع الشمسى صيفاً.

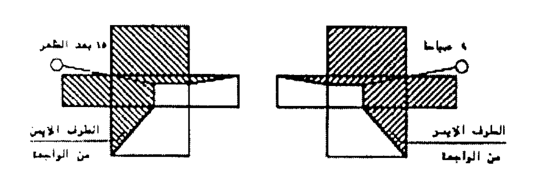
والمنهج الذى سوف نوضحه تطبيقاً على النموذج (٤/١) يصلح لأن يطبق بنفس الأسلوب عند دراسة واجهات أى فناء فى أى منطقة أخرى، وهذا الأسلوب يعتمد على دراسة أماكن المساحات المعرضة للشمس والظلال على واجهات الفناء الداخلى يوم ٢١ يونيه وهو يمثل أكبر قيمة لزوايا ارتفاع للشمس فى العام، كما تتم الدراسة أيضاً على واجهات الفناء الداخلى يوم ٢١ ديسمبر وهو يمثل أقل قيمة لزوايا اتفاع الشمس فى العام، وبناءً على ذلك فإنه يتم تحديد أفضل أماكن للفتحات بكل واجهة من واجهات الفناء الداخلى كما يلى:

١.٢.٣. الواجهة البحرية:

من دراسة الظلال وحساب كمية الإشعاع الشمسى كم اتضح سابقاً فى الجزء الأول من الفصل فإنه توجد ملاحظة جديرة بالاعتبار بالنسبة لمنطقة توشكى (خط عرض ٢٢,٤٠°) فقد وُجد أن الواجهة البحرية تتعرض لكمية إشعاع شمسى أكبر من الواجهة الجنوبية صيفاً وهذا عكس ما هو معروف فى مدينة القاهرة على سبيل المثال (خط عرض ٣٠ شمالاً) حيث أن تعرض الواجهة الجنوبية يكون أكبر من الواجهة البحرية، وعلى ذلك فإن توفير وسائل تظليل للفتحات بالنسبة للواجهة البحرية أو حتى عمل بروز أفقى بأعلى الواجهة سيكون من الأهمية بحيث يتم تظليل هذه الفتحات صيفاً، كما أن اختيار أماكن الفتحات على الطرف الأيمن أو الأيسر للواجهة أفضل من اختيارها بمنتصف الواجهة تماماً حيث إن الظلال على الواجهة تكون فى الجانب الأيسر بدءاً من الساعة السادسة صباحاً وتأخذ فى التقلص حتى تصل إلى أقل نسبة لها الساعة الحادية عشر صباحاً، أما بدءاً من الساعة الثالثة عشر بعد

الظهر فإن الظلال تبدأ فى التواجد بالطرف الأيمن للواجهة وتأخذ فى الزيادة حتى تصل لأكبر نسبة لها الساعة الثامنة عشر بعد الظهر، انظر شكل (١٠٢)، أما شتاءً فإن الواجهة البحرية تكون طوال اليوم فى الظل مما يعنى عدم تعرض فتحاتها للشمس طوال ساعات النهار شتاءً مما يشجع المصمم على استخدام وسائل التظليل الثابتة لهذه الفتحات صيفاً.

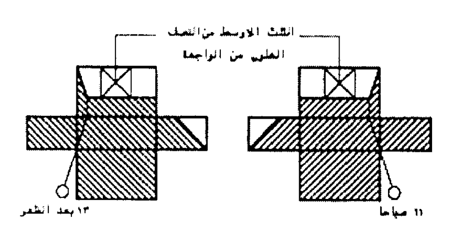




شكل (١٠٢) المساحات المظللة والمعرضة للشمس يوم ٢١ يونية للنموذج (١\٤) الساعة ٩ والساعة ١٥ موضحاً عليها أفضل أماكن للفتحات بالواجهة البحرية.

٣ . ٢ . ٢ . الواجهة الجنوبية:

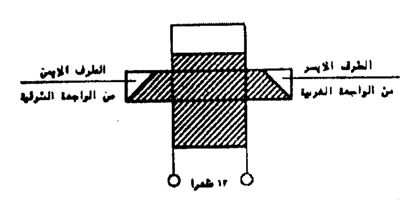
يتضح من دراسة الظلال وحساب كميات الإشعاع الشمسى من أن الواجهة الجنوبية، وكما سبق وأن أوضحنا، تتعرض لأكبر نسبة تظليل وأقل كمية إشعاع شمسى صيفاً مقارنة بباقى واجهات الفناء الداخلى، بل أنها لا تتعرض للإشعاع الشمسى إلا الساعة الثانية عشر ظهراً يوم ٢١ يونيو (الصيف)، فى حين أنها تكون معرضة للإشعاع الشمسى طوال ساعات النهار يوم ٢١ ديسمبر (الشتاء) بدءاً من الساعة الثامنة صباحاً وحتى الساعة السادسة عشر بعد الظهر، وبالنسبة لترتيب الفتحات فإننا نجد أن وجودها فى الأجزاء العلوية بمنتصف الواجهة يكون أفضل من حيث التعرض للإشعاع الشمسى أغلب ساعات النهار شتاءً شكل (١٠٣)، وعلى ذلك فالواجهة الجنوبية بمنطقة توشكى تعتبر الواجهة المثلى بالنسبة لاختيار الفراغات الهامة وأماكن الفتحات بها.



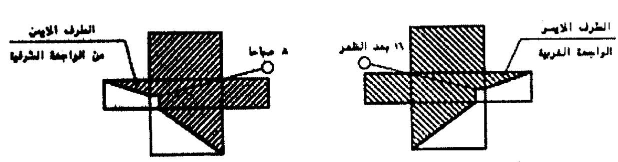
شكل (١٠٣) المساحات المظللة والمعرضة للشمس يوم ٢١ ديسمبر للنموذج (١\٤) الساعة ١١ و١٣ موضحاً عليها أفضل أماكن للفتحات بالواجهة الجنوبية.

٣ . ٢ . ٣ . الواجهتان الشرقية والغربية:

فبالنسبة **للواجهة الشرقية**، فنجد أن تعرضها للإشعاع الشمسى صيفاً يبدأ من الطرف الأيسر العلوى للواجهة ويزداد التعرض ويتقلص الظل حتى يصل لأقل نسبة له فى الساعتين الحادية والثانية عشر ظهراً، أما فى الشتاء فنجد أن التعرض للإشعاع الشمسى يكون عكس



المساحات المظللة و المعرضة للشمس يوم ٢١ ديسمبر
للنموذج (٤/١) الساعة ١٢ظهرا موضحا عليها
افضل اماكن للفتحات بالواجهتين الشرقية و الغربية



المساحات المظللة و المعرضة للشمس يوم ٢١يونية
للنموذج (٤/١) الساعة ٨ و ١٦ موضحا عليها
افضل اماكن للفتحات بالواجهتين الشرقية و الغربية

شكل (١٠٤) يوضح تطابق اختيار أماكن الفتحات صيفاً وشتاء بالنسبة للواجهتين الشرقية والغربية.

الصيف فيبدأ تعرض الواجهة من الطرف الأيمن العلوى للواجهة ويزداد التعرض حتى يصل لأقصى نسبة له الساعة الثانية عشر ظهراً، مما سبق نجد أن أفضل مكان لاختيار أماكن الفتحات **بالواجهة الشرقية** يكون بالجزء الأيمن العلوى من الواجهة، حتى نضمن أكبر تعرض للفتحات للإشعاع الشمسى شتاءً وأقل تعرض صيفاً، وبنفس الأسلوب السابق فإننا نجد أن ترتيب الفتحات **بالواجهة الغربية** يمثل عكس الواجهة الشرقية حتى نحقق نفس الهدف السابق، شكل (١٠٤)، ولكن يمكن للمصمم القيام باستخدام **وسائل التظليل** خاصة المتحركة صيفاً لتظليل الفتحات بالواجهة الشرقية أو الغربية فى بعض فترات التعرض للشمس.

٣.٣ النتائج والتوصيات:

تم إيجاز النتائج والتوصيات التى توصلت إليها الدراسة فى النقاط التالية:

١- يعتبر الفناء الداخلى أحد أهم الحلول المعمارية الهامة والتى استخدمت فى مبانى ومساكن بلاد النوبة القديمة ومنها قريتا توشكى شرق وتوشكى غرب، ويوصى باستخدامه عند تصميم المبانى بمنطقة توشكى.

٢- أوضحت الدراسة أفضلية الفناء الداخلى المستطيل عن الفناء المربع (مع ثبات الحجم والتوجيه)، وإن كانت توصى الدراسة على ألا تقل النسب التشكيلية للفناء عن (١: ٢,٠٠ : ١,٤٠) وإن كان يفضل استخدام النسب التشكيلية ذات درجة الاحتواء الأكبر مثل (١ : ٢,٥٠ : ١,٥٨) بدرجة احتواء (٤,٤٠) أو (١: ٣ : ١,٧٣) بدرجة احتواء (٤,٦٠) وذلك بالنسبة لمنطقة الدراسة (توشكى).

٣- أوضحت الدراسة أن الفناء الذى يواجه محوره الطولى اتجاه الشمال الجغرافى يكون أفضل من وجهة نظر الأداء الحرارى صيفاً وشتاءً، وأن انحراف توجيه الفناء من ١٥° وحتى ٤٥° سواء إلى الشرق أو الغرب يعطى نتائج أسوء على الترتيب.

٤- يمكن استخدام النتائج السابقة عند تصميم الفراغات المكشوفة بين المبانى سواء على مستوى التجمعات السكنية أو الفراغات العامة مع استخدام وسائل التظليل المناسبة من برجولات أو تشجير وخلافه خاصة فى الأماكن المعرضة للشمس من أرضية هذه الفراغات.

٥ - أما بالنسبة لاختيار أماكن الفتحات فهى تختلف باختلاف واجهات الفناء الداخلى حسب تعرضها للشمس والظلال صيفاً وشتاء، فبالنسبة للواجهة البحرية فيفضل اختيار أماكن الفتحات على الطرف الأيمن أو الأيسر للواجهة ولا ينصح باختيارها فى الجزء الأوسط من الواجهة، مع إمكانية استخدام بروز أفقى بعرض الواجهة من أعلى أو وسائل التظليل الثابتة للفتحات، أما بالنسبة للواجهة الجنوبية فيفضل اختيار أماكن الفتحات فى الأجزاء العلوية بالجزء الأوسط من الواجهة كما ينصح باختيار الفراغات الهامة وأماكن فتحاتها بهذه الواجهة، أما بالنسبة للواجهة الشرقية فنجد أن أفضل مكان لاختيار الفتحات يكون بالجزء الأيمن العلوى من الواجهة، أما الواجهة الغربية فبالجزء الأيسر العلوى من الواجهة مع التوصية بالنسبة لكل من فتحات الواجهتين الشرقية والغربية باستخدام وسائل التظليل خاصة المتحركة للحماية من الإشعاع الشمسى صيفاً.

الملاحق

ملحق رقم (١)

❖ **حساب زوايا الارتفاع والانحراف الأفقى للشمس:**

لحساب زوايا الارتفاع للشمس (A) Altitude وزوايا الانحراف الأفقى للشمس (a) Azimuth، شكل (١٠٥)، يمكن أن نطبق المعادلات الآتية (WMO, 1986):

* Sin (A) = {Cos (L) x Cos (h) x Cos (d) + Sin (L) x Sin (d) }........................... (١)

ويمكن حساب أقصى زاوية ارتفاع للشمس Amax من المعادلة التالية:

A_{max} = {90 - (L) + (d)} .... (2)

Cos (a) = Sin (d) - Sin (L) x Sin (A) ÷ Cos (L) x Cos (A)................................. (3)

حيث:

L = Latitude angle زاوية خط العرض

h = Houre angle الزاوية الساعية

d = Declination angle زاوية الميل

أنظر شكل (١٠٥) والذى يوضح الزوايا السابقة.

❖ **حساب زوايا الظل الأفقية والرأسية:**

يمكن حساب قيم زاوية الظل الأفقية (HSA) من المعادلة الآتية، شكل (١٠٦):

HSA = / (a - W_A)/.. (4)

حيث:

W_A = Wall's orientation توجيه الحائط

كما يمكن حساب قيم زوايا الظل الرأسية (VSA) من المعادلة التالية، شكل (١٠٧):

VSA = Tan (A) / Cos (HSA) .... (5)

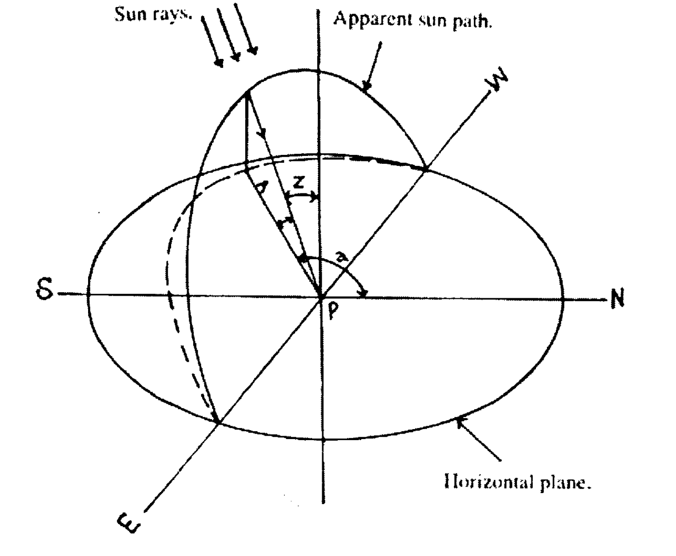


Fig. (A-2) : Altitude, zenith and azimuth angles.

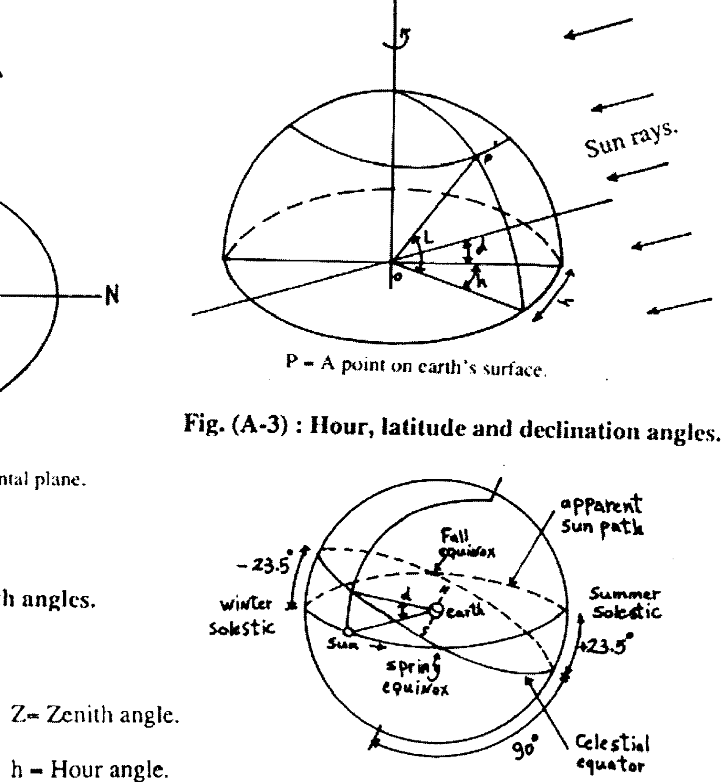


Fig. (A-3) : Hour, latitude and declination angles.

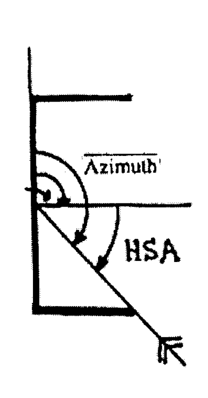
Fig. (A-4) : Declination angle.

A= Altitude angle. Z= Zenith angle.

a = Azimuth angle. h = Hour angle.

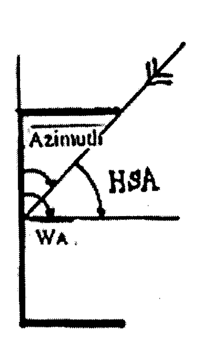
d = Declination angle. L = latitude angle.

شكل (١٠٥) يوضح زوايا الارتفاع والانحراف الأفقي للشمس، كما يوضح كل من زوايا خط العرض والميل الشمسي وزوايا الساعة.



WA = 90

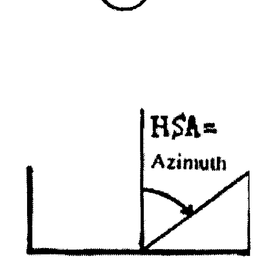
HSA = Azimuth - 90



WA = 90

HSA = 90-Azimuth

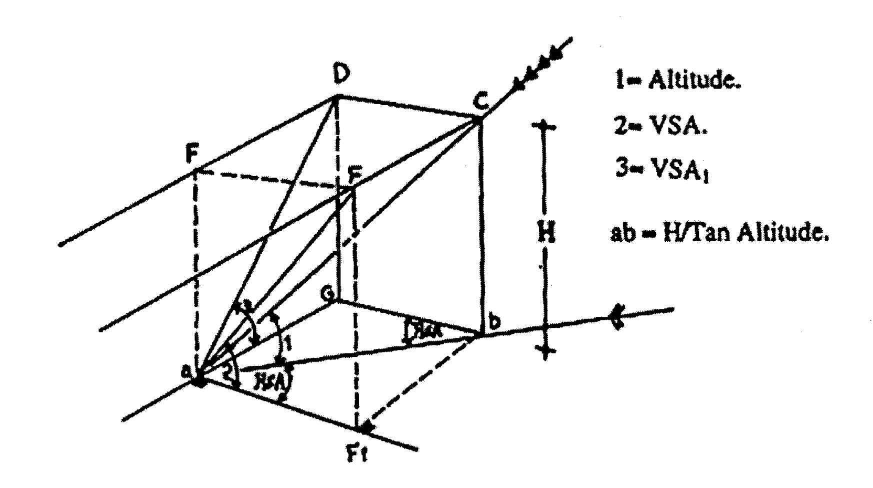
HSA = ABS. (Azimuth-90)



WA = 0

HSA = Azimuth

شكل (١٠٦) طريقة حساب زوايا الظل الأفقية.



شكل (١٠٧) التعرف على زاويتى الظل الرأسية فى حالة الفناء الداخلى.

ملحق رقم (٢)

❖ **حساب شدة الإشعاع الشمسى المباشر:**

تم استخدام الإشعاع الشمسى المباشر والذى يسقط عمودياً على الأرض (I_{DN}) فى الدراسات التى قام بها المؤلف بالحصول عليها من ملفات هيئة الأرصاد الجوية بكوبرى القبة بالقاهرة، وقد تم الحصول على القيم الخاصة بيومى ٢١ يونيه (ممثلاً لفترة الذروة الحارة) و٢١ ديسمبر (ممثلاً لفترة الذروة الباردة) فى الفترة من عام ١٩٨٧م وحتى عام ١٩٩٦م، وقد تم حساب متوسط الأعوام العشر السابقة ووضعها فى صورة رسم بيانى، أنظر شكلى (١٠٨)، (١٠٩).

ويمكن حساب شدة الإشعاع الشمسى المباشر والساقط عمودياً على سطح ما (I_D) من المعادلة التالية:

$I_D = I_{DN} \cos Ø$, Watt / m^2 ....(7)

حيث:

Ø = Angle of incidence زاوية السقوط

أما إذا كان هذا السطح رأسياً أو فى صورة حائط فإن زاوية السقوط يمكن حسابها كما يلى:

$Ø = \cos(A) \times \cos(b)$

حيث:

b = The bearing angle relative to the wall.

وعلى ذلك يمكن حساب شدة الإشعاع الشمسى المباشر الساقطة على حائط رأسى من المعادلة التالية:

$I_{DV} = I_{DN} \times \cos(A) \times \cos(a - W_A)$, watt / m^2 .... (8)

أما إذا كان السطح أفقياً أو سقف فإن زاوية السقوط (Ø) تكون ببساطة هى الزاوية المكملة لزاوية الارتفاع وتسمى Zenith angle (Z) وعلى ذلك يمكن حساب شدة الإشعاع الشمسى على أى سقف أو أرضية من المعادلة التالية:

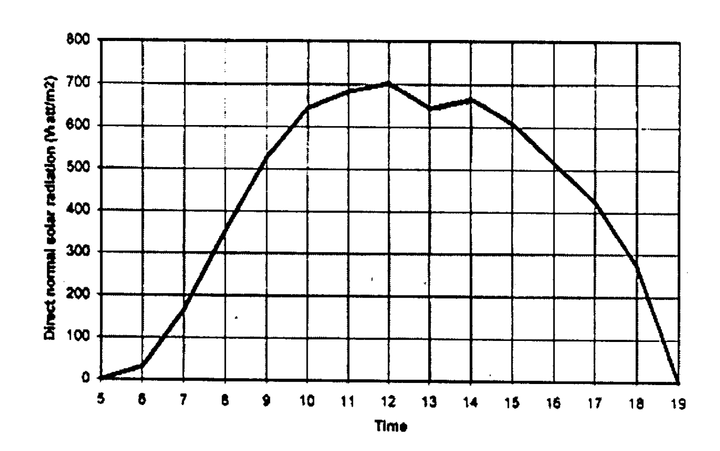
$I_{DH} = I_{DN} \cos(Z) = I_{DN} \sin(A)$, Watt / m^2 .... (9)

حيث:

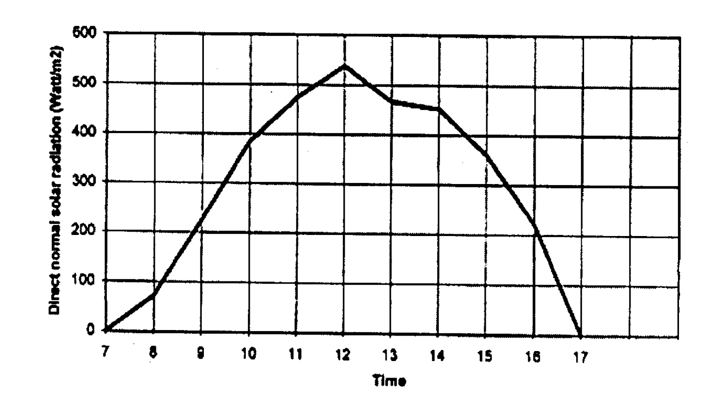
I_{DV} = The amount of direct Solar radiation falling on a vertical surface.

I_{DH} = The amount of direct solar radiation falling on a hotizontal surface.

I_{DN} = The direct normal solar radiation.



شكل (١٠٨) منحنى الإشعاع الشمسى المباشر الساقط عمودياً على الأرض لمدينة القاهرة يوم ٢١ يونية.



شكل (١٠٩) منحنى الإشعاع الشمسى المباشر الساقط عمودياً على الأرض لمدينة القاهرة يوم ٢١ ديسمبر.

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

١ - أحمد، حمدى صادق. (١٩٩٤). **تأثير العوامل المناخية فى المناطق الصحراوية على التشكيل المعمارى للمسكن الإسلامى وأثر ذلك على تشكيل المسكن الصحراوى المعاصر فى شمال إفريقيا** (رسالة دكتوراه). كلية الهندسة والتكنولوچيا بالمطرية، جامعة حلوان.

٢ - أحمد، حمدى صادق و وزيرى، يحيى (١٩٩٩). **التنبؤ بالأبعاد الهندسية وأماكن الفتحات بالفناء الداخلى فى توشكى**. مؤتمر التنمية العمرانية للصحراء المصرية، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس.

٣ - استينو، ماهر. (----). **استخدام المياه فى تصميم الفراغات الخارجية للعمارة الإسلامية**، مجلة البناء (عدد ١٠ : ٥٠ - ٥١)، الرياض.

٤ - البدوى، محمد. (١٩٨٤). **العمارة الإسلامية الشعبية فى شمال إفريقيا**. مجلة البناء (عدد ١٣ : ٤٥ - ٤٩)، الرياض.

٥ - البرمبلى، حسام. (١٩٨٨). **التهوية الطبيعية فى العمارة الإسلامية** (رسالة ماجستير) كلية الهندسة - قسم العمارة، جامعة عين شمس (عن الدبركى، ١٩٩٩).

٦ - الخربوطلى، عمرو على وعبد العاطى، أشرف صبحى. (١٩٩٨). **توشكى بين الحلم والحقيقة**. دار مكتبة الإسراء، طنطا.

٧ - الدبركى، آمال عبد الحليم. (١٩٩٩). **التهوية الطبيعية كمدخل تصميمى فى العمارة السالبة** (رسالة ماجستير). كلية الهندسة - قسم العمارة، جامعة عين شمس.

٨ - المهيلمى، محمد ثروت. (١٩٩٠). **تقييم وتوقع أداء بعض وسائل التحكم فى الاكتساب الحرارى على أغلفة المبانى** (رسالة ماجستير). كلية الهندسة - قسم العمارة، جامعة القاهرة.

٩ - حمدى، جميل على. (١٩٩٨). **تبسيط علمى لمشروع الدلتا الجديد**. المجلس الأعلى للثقافة، القاهرة.

١٠ - عبد الجواد، محمد توفيق (١٩٧٦). **معجم العمارة وإنشاء المبانى**، مؤسسة الأهرام، القاهرة.

١١ - غالب، عبد الرحيم (١٩٨٨). **موسوعة العمارة الإسلامية**. جروس برس، بيروت.

١٢ ـ فتحى، حسن. (١٩٩٨). **الطاقات الطبيعية والعمارة التقليدية**. المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت.

١٣ ـ موضوع العدد. (١٩٩٨). **التطور التاريخى لظاهرة الحوش فى العمارة**. مجلة عالم البناء (عدد ٢٠٤ : ١٠ - ١٣)، القاهرة.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

1 - Al - Hussayen, M. (1995). **Significant characteristicts and design considerations of the courtyard house**. Journal of Architectural and planning Research, Ghicago.

2 - A. Mohsen, M. A. (1978). **The thermal performance of courtyard houses - A study of the relationship between built form and solar radiation in the climate of Egypt**. Ph. D. Thesis, Dep. of Architecture, Univ. of Edinburgh, Edinburgh.

3 - A. Mohsen, M. A. (1979). **Solar radiation and courtyard house form - Application of the model**. Building and Enviroment, V01. 1, England.

4 - El - Bakry, M. (1973). **The Islamic house - A study of environmental characteristics of Cairo's Islamic house**. Report for M. Sc. in Architecture. Scool of Environmental studies, University college, London.

5 - El - Hakim, O. (1993). **Nubian Architecture**. The Palm Press, Cairo.

6 - Evans, M. (1980). **Housing, climate and comfort**. John Wiley and Sons, New York.

7 - French Mission Restoration Project (Cairo). (1985). **Bayt Zaynab Khatun**. International Architecture Magazine, UIA. Cairo. Issue 7 : 16 - 17.

8 - Givoni, B. (1976). **Man climate and Architecture**. Applied science publishers LTD.,London.

9 - Givoni, B. (1986). **Design for climate in hot - dry cities**. Proceedings of the technical conference: "Urban climatology and its applications with special regard to Tropical area", Mexico, 1984. WMO, Geneva - Switzerland.

10 - Givoni, B. (1994). **Passive and Low energy cooling of buildings**. Van Nostrand Reinhold company, New York.

11 - Konya, A. (1980). **Design primer for hot climates**. The architectural press LTD., London.

12 -Maury, B. ; Raymond, A.; Revault, J. and Zakariya, M. (1983). **Palais et maisons**

du Caire. Editions du centre notaional de la recherche scientifique, Paris.

13 - Serageldin, M. (1982). **Planning for new Nubia**. The Aga Khan Award for Arch. - Siminar six (1981) - China. Concept Media pte Ltd, Singapore.

14 - Nour, M. M. A. (1981). **Factors underlying traditional Islamic urban design**. Alam Albenaa, Cairo. Vol. (-----), 16 : 4 - 5.

15 - Sodha, M. S.; Bansal, N. K.; Bansal, P. K and Malik, M. A. S. (1986). **Solar passive builing**. Pergamon press, New York.

16 - Tropical advisory service. (1966). **Climatic design**. Report prepared for the Ministry of Public Building and Works, London. (C. F. A. Mohsen. 1978).

17 - Watson, D.; FAIA and Labs, K. (1983). **Climatic design**. McGraw - Hill Book Company, New York.

18 - Wazeri, Y. H. (1997). **The relationship btween solar radiation and building design in North Africa**. M. Sc. Thesis. Institute of African research and studies, Dep. of Natural Resources. Cairo Univ., Cairo.

19 - WMO. (1986) **Urban climatology and its applications with special regard to tropical areas**. Technichal note No. 652. World Metreorological Organization (WMO), Geneva.

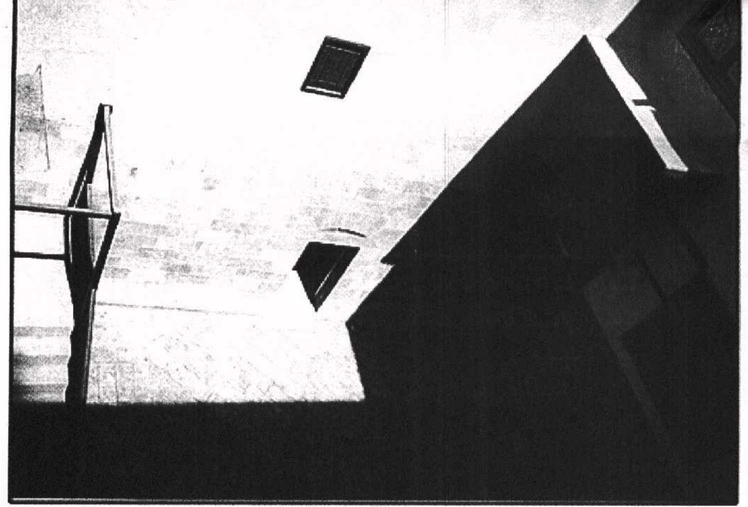
20 - Wright D. (1978) **Natural solar architecture - a passive primer**. Van Nostrand Reinhold, New York.

21 - Younes A. and A. Mohsen, M. A. (1980). **The courtyard as a passive solar design in buildings.** A paper submitted to the international congress on solar enegy, Istanbul.

□ دراسة ميدانية

على ثلاثة بيوت إسلامية

(تابع الفصل الثانى)



صورة رقم (١) : (فناء منزل زينب خاتون)

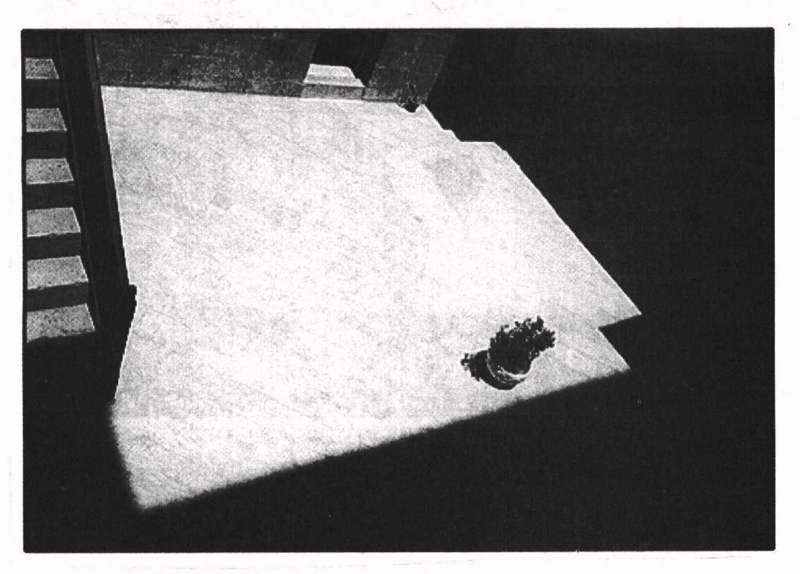
توضح الأجزاء المعرضة للشمس من الواجهة الشرقية وأرضية الفناء مع ملاحظة أن المشربية التى بالواجهة الجنوبية تلقى بعض الظلال على الواجهة الشرقية (الساعة ١٠ صباحًا يوم ٢١ يونيو) ، كما يلاحظ تعرض الباب والشباك بالواجهة الشرقية للإشعاع الشمسى .



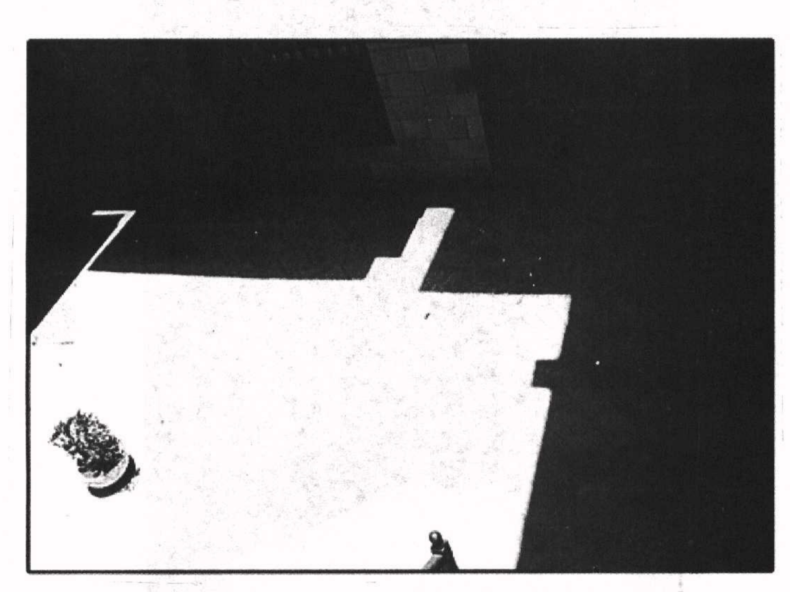
صورة رقم (٢) : (فناء منزل زينب خاتون)

توضح زيادة الأجزاء المعرضة للشمس من أرضية الفناء (الساعة ١١ صباحًا يوم ٢١ يونيو) .

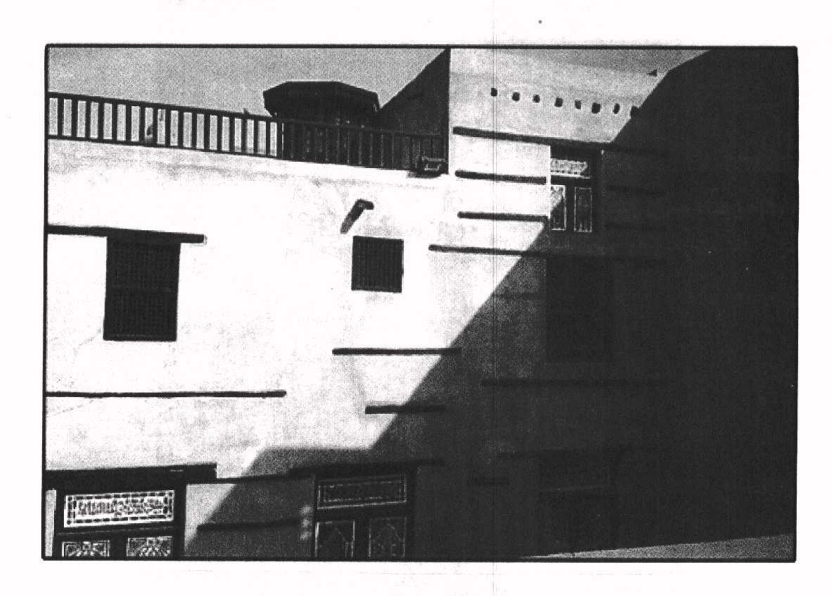
ولكن ما زالت المشربية التى بالواجهة الجنوبية تلقى بعض الظلال على الواجهة الشرقية .



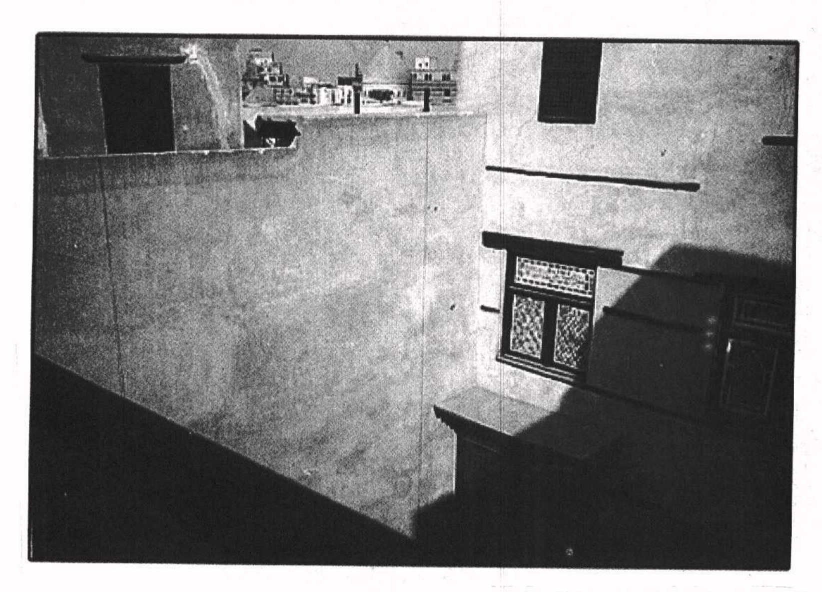
صورة رقم (٣) : (فناء منزل زينب خاتون)
توضح الأجزاء المعرضة للشمس من أرضية الفناء (الساعة ١١ صباحًا يوم ٢١ يونيو) .



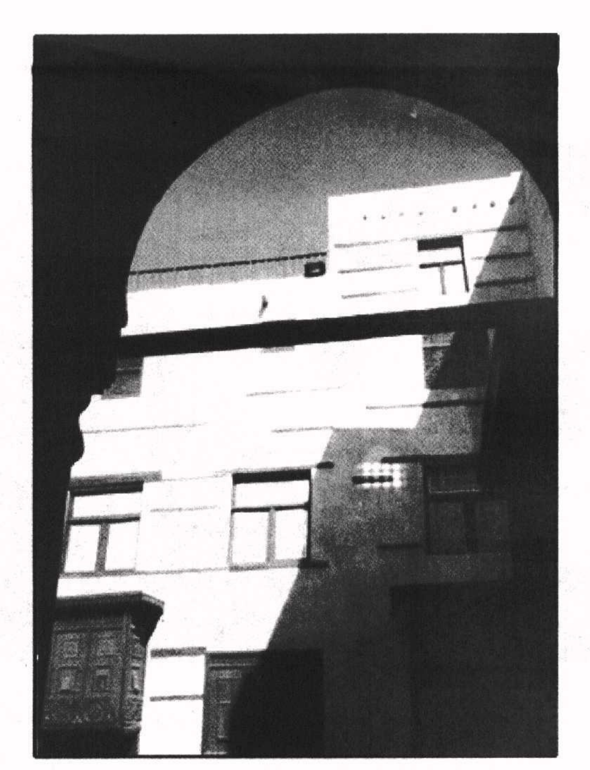
صورة رقم (٤) : (فناء منزل زينب خاتون)
توضح زيادة الأجزاء المعرضة للشمس من أرضية الفناء (الساعة ١٢ ظهرًا يوم ٢١ يونيو) ، ويلاحظ أن ظل المشربيات البارزة بكل من الواجهة الغربية والشرقية الساقط على أرضية الفناء قد ساهم فى زيادة مساحة الظلال الملقاة على أرضية الفناء .



صورة رقم (٥) : (فناء منزل زينب خاتون)
الأجزاء المعرضة للشمس من الواجهة الجنوبية (الساعة ١١ صباحًا يوم ٢١ ديسمبر) ، ويلاحظ استخدام خرط خشبى واسع نسبيًا فى الشباكين المعرضين للشمس فى فصل الشتاء .

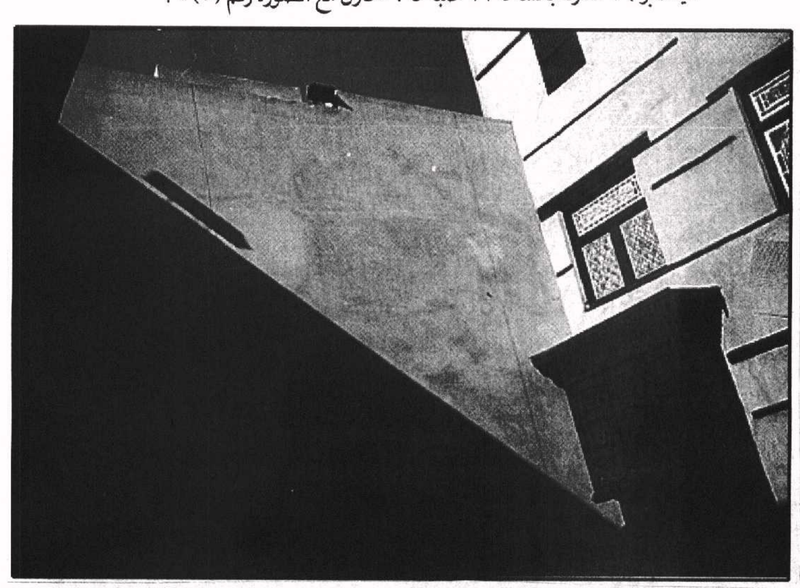


صورة رقم (٦) : (فناء منزل زينب خاتون)
الأجزاء المعرضة للشمس من الواجهة الشرقية (الساعة ١١ صباحًا يوم ٢١ ديسمبر) .



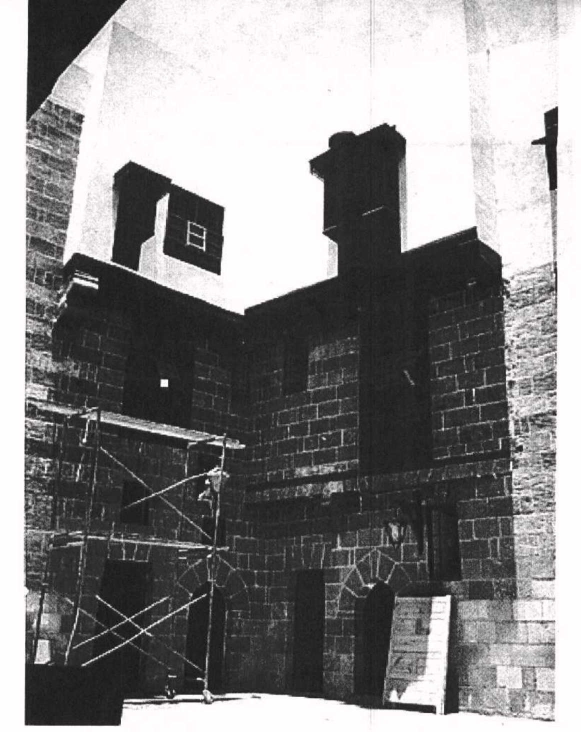
صورة رقم (٧) : (فناء منزل زينب خاتون)

زيادة الأجزاء المعرضة للشمس من الواجهة الجنوبية (الساعة ١٢ ظهرًا يوم ٢١ ديسمبر) ، مقارنة بالساعة ١١ صباحًا . « قارن مع الصورة رقم (٥) » .



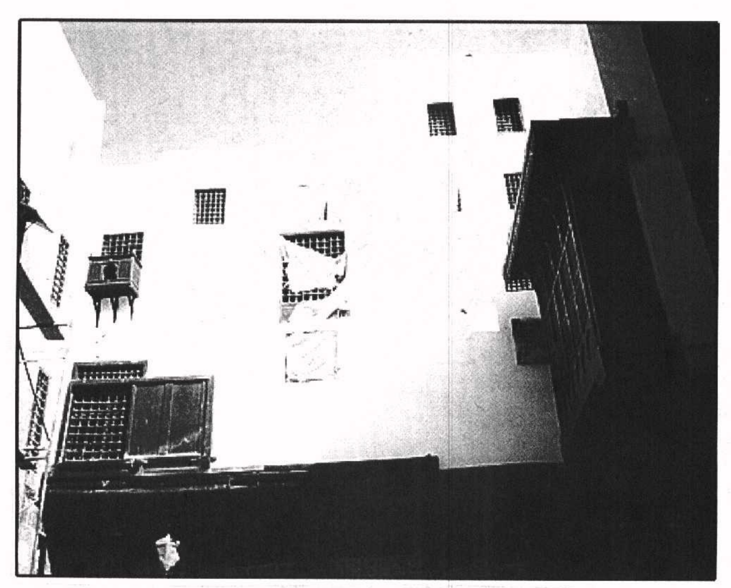
صورة رقم (٨) : (فناء منزل زينب خاتون)

زيادة الأجزاء المعرضة للشمس من الواجهة الشرقية (الساعة ١٢ ظهرًا يوم ٢١ ديسمبر) ، ولكن يلاحظ أن الشباك الوحيد بالواجهة ما زال موجودًا بمنطقة الظل، مما ينبه على أهمية دراسة الأجزاء المعرضة للشمس والمظللة لتوزيع الفتحات فى الأماكن المناسبة من الواجهات .



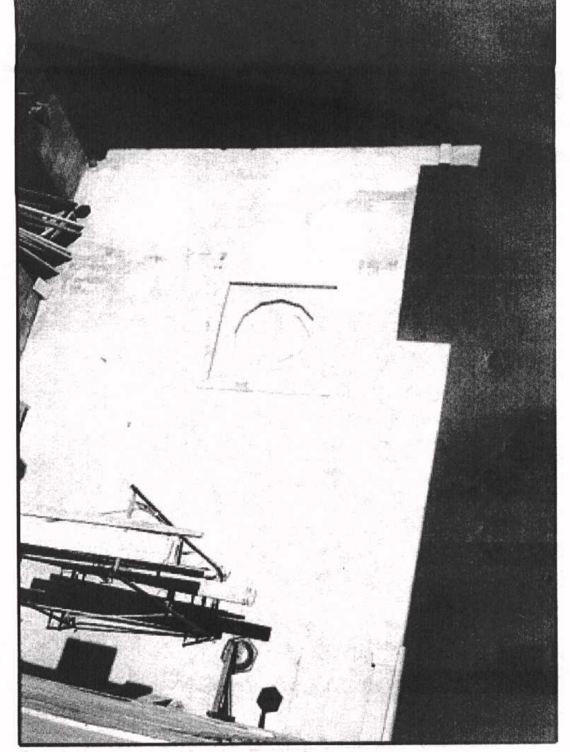
صورة رقم (٩) : (فناء منزل جمال الدين الذهبى)

يلاحظ كمية الظلال على كل من الواجهتين الجنوبية والشرقية (الساعة ١٢ ظهرًا يوم ٢١ يونية) بسبب الاختيار الجيد لمكان ومقدار البروزات ، مع ملاحظة اختيار أماكن أغلب الفتحات بمناطق الظل .



صورة رقم (١٠) : (فناء منزل جمال الدين الذهبى)

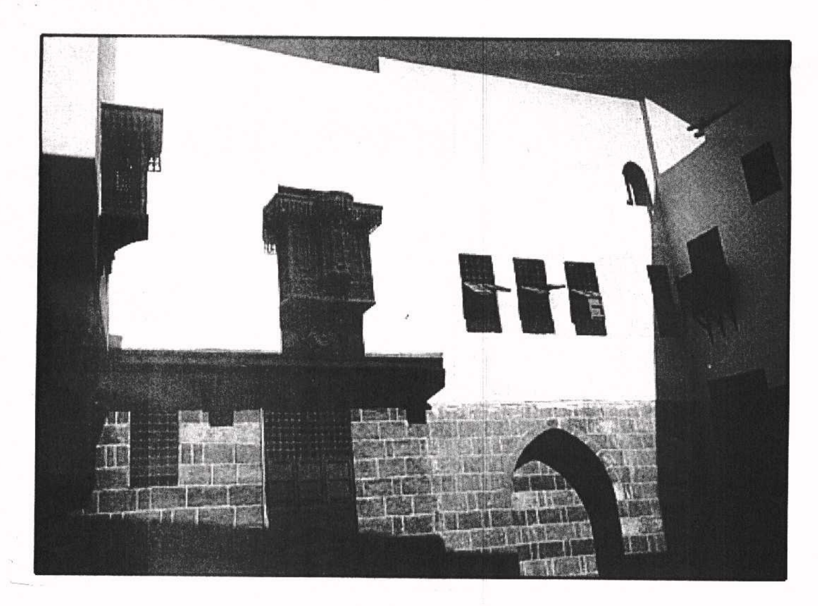
يلاحظ التعرض الكبير للشمس صيفًا للواجهة الغربية ، كما تلاحظ الضلفة الخشبية المصمتة والمنزلقة فى نفس الوقت حتى يمكن استخدامها فى غلق الشباك الكبير بالدور الأول عند الحاجة .



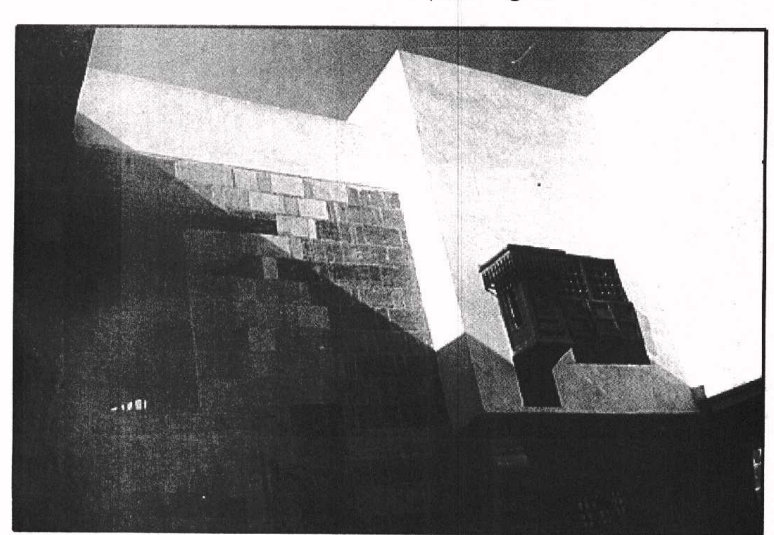
صورة رقم (١١) : (فناء منزل جمال الدين الذهبى)
الأجزاء المعرضة للشمس والمظللة بأرضية الفناء (الساعة ١٢ ظهرًا يوم ٢١ يونية) ، ويلاحظ كمية الظل الإضافى على الأرض نتيجة بروز المشربية المتواجدة بالواجهة البحرية .



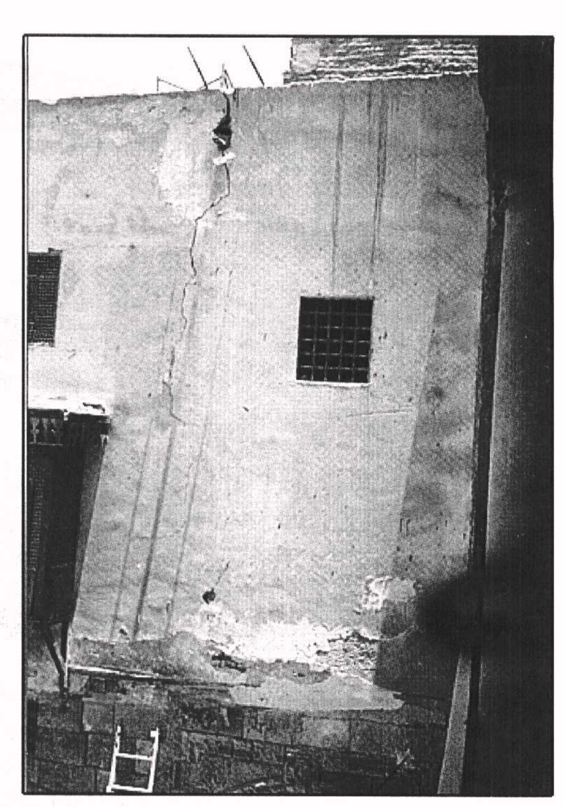
صورة رقم (١٢) : (فناء منزل جمال الدين الذهبى)
الأجزاء المعرضة للشمس والمظللة بأرضية الفناء (الساعة الواحدة بعد الظهر يوم ٢١ يونية) ، ويلاحظ كمية الظل الإضافى على الأرض نتيجة بروز المشربية المتواجدة بالواجهة البحرية .



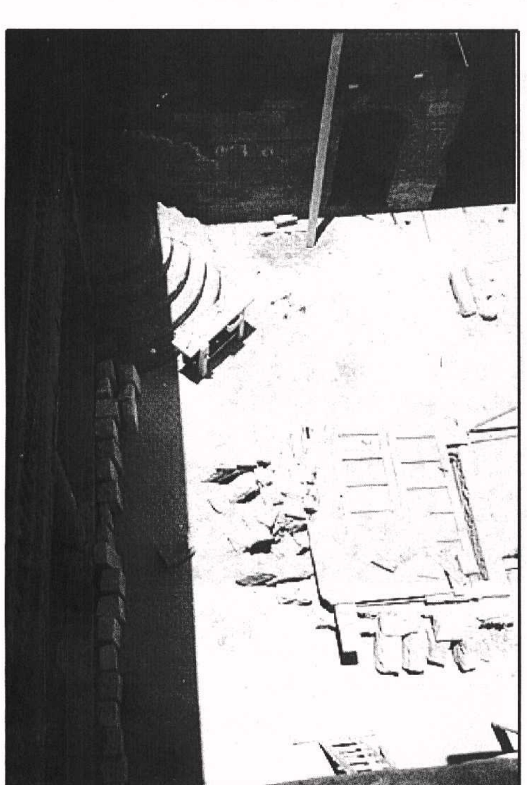
صورة رقم (١٣) : (فناء منزل جمال الدين الذهبى)
الأجزاء المعرضة للشمس من الواجهة الجنوبية (الساعة الواحدة بعد الظهر يوم ٢١ ديسمبر) ، ويلاحظ تعرض الشباك الكبير الواقع تحت البروز للشمس نتيجة دراسة مقدار بروز البرج الذى فوقه مما جعله يلقى بكمية قليلة من الظل (قارن هذه الصورة مع صورة رقم (٩) صيفًا) .



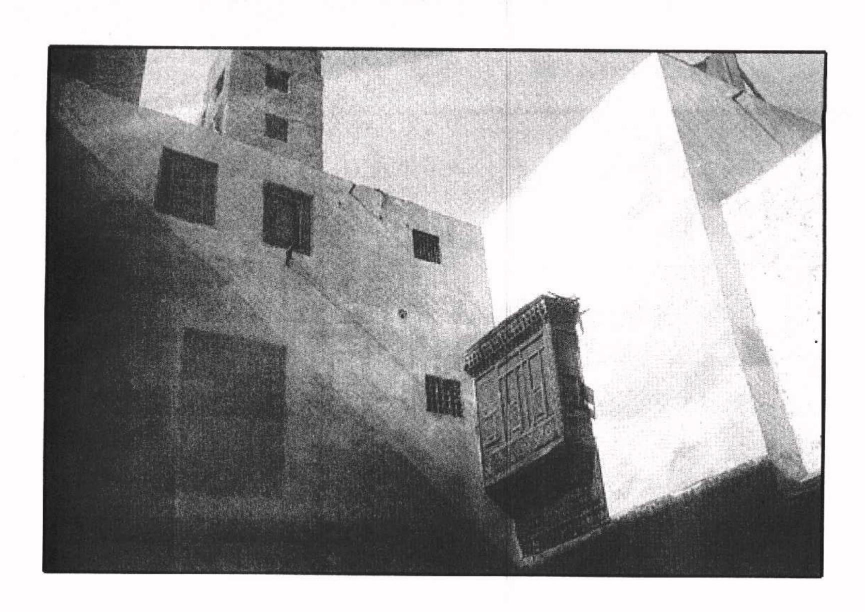
صورة رقم (١٤) : (فناء منزل جمال الدين الذهبى)
الأجزاء المعرضة للشمس من الواجهة الشرقية (الساعة الواحدة بعد الظهر يوم ٢١ ديسمبر) ، ويلاحظ الفتحات المعرضة للشمس بالدور العلوى أقصى يمين الواجهة .



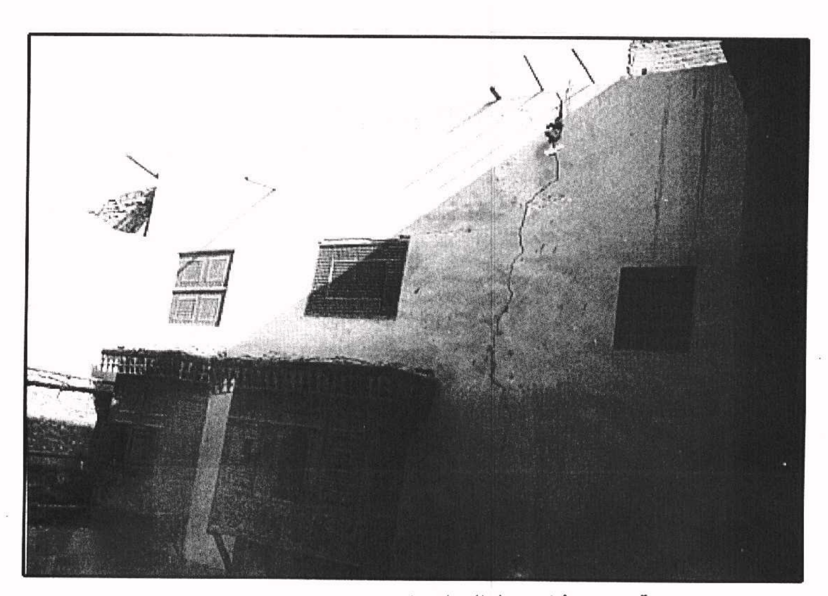
صورة رقم (١٥) : (فناء منزل السنارى)
الأجزاء المعرضة للشمس من الواجهة الشرقية (الساعة ١٢ ظهرًا يوم ٢١ يونية)، ويلاحظ مثلث الظل الصغير فى يمين الواجهة .



صورة رقم (١٦) : (فناء منزل السنارى)
الأجزاء المعرضة للشمس من أرضية الفناء (الساعة ١٢ ظهرًا يوم ٢١ يونية) ، ويلاحظ كمية الظلال الصغيرة على أرضية الفناء والموازية تمامًا للواجهة البحرية وذلك لأن الفناء يواجه الشمال الجغرافى .



صورة رقم (١٧) : (فناء منزل السنارى)
الأجزاء المعرضة للشمس والمظللة من الواجهة الجنوبية والشرقية (الساعة ١٢ ظهراً يوم ٢١ ديسمبر) ، يلاحظ الفتحات المعرضة للشمس بالواجهة الشرقية وأماكن تواجدها فى أعلى ويمين الواجهة .



صورة رقم (١٨) : فناء منزل السنارى)
الأجزاء المعرضة للشمس والمظللة بالواجهة الغربية (الساعة الثانية بعد الظهر يوم ٢١ ديسمبر) ، ويلاحظ أن الفتحات المعرضة للشمس تقع فى أعلى يسار الواجهة الغربية (قارن بالصورة السابقة) .



7 & 10 شارع السلام أرض اللواء المهندسين
تليفون : 3256098 - 3251043